MBL/WHOI
0 0301 0013729 5

UNTERSUCHUNGEN

UEBER DIE

LEBERMOOSE

VON

DR. HUBERT LEITGEB
PROFESSOR DER BOTANIK IN GRAZ.

III. HEFT.

DIE FRONDOSEN JUNGERMANNIEEN.

MIT NEUN TAFELN.

Inhalt.

I. Allgemeines.

Seite

Die als „foliose" Jungermannieen zusammengefassten Formen bilden gegenüber den „frondosen" einen natürlichen Entwicklungskreis, der aber nicht durch die Blattbildung, sondern durch den Ort der Archegonanlagen charakterisirt ist 1

Die foliosen Jungermannieen sind daher treffender als „akrogyne" den „anakrogynen" (frondosen, zu denen auch *Haplomitrium* gehört) gegenüberzustellen 3

Bei keiner anakrogynen Jungermaniee werden die selbstständigen Umhüllungen der Geschlechtsorgane durch Blätter gebildet, während bei akrogynen nur die letzteren verwendet werden 3

Diesbezügliche Auseinandersetzungen betreffs der Antheridien 4

„ „ „ „ Archegonien 5

In der Art des Spitzenwachsthums liegt kein zur Abgrenzung dieser Gruppen zu verwendendes Merkmal, da dreiseitig pyramidale Scheitelzellen auch bei anakrogynen Gattungen vorkommen 6

Alle Jungermannieen besitzen eine Scheitelzelle 6

und man unterscheidet diesbezüglich 4 Formen 7

Deren Beziehungen zu einander 9

lassen sich nicht ausschliesslich phylogenetisch auffassen 10

Die Modificationen des Segmentwachsthumes 11

Die beiden Formen der Blattbildung 11

Blattbildung bei Petalophyllum 13

Verzweigungsarten 14

Deren genetische Beziehungen 15

Die ventrale Auszweigung bei *Symphyogyna* und *Umbraculum* 16

verbindet Endverzweigung mit intercalarer Zweigbildung 17

Die Geschlechtssprosse der Diplomitrien 18

Lage und gegenseitige Stellung der Geschlechtsorgane 20

Entwicklungsfolge derselben im Segmente 21

Diesbezüglicher Vergleich mit den akrogynen Jungermannieen 21

Erklärungsversuch für das verschiedene Verhalten 22

Bau der Geschlechtsorgane 22

*

Seite
Weibliche Hüllen 22
Beschränkung des Begriffs: „Perianthium“ 24
Die weiblichen Hüllen vor und nach der Befruchtung 25
Entwicklung der Calyptra 26
Entwicklung des Sporogons und diesbezüglich vergleichende Betrachtungen 27
Verzweigte Sporogone 28
Zusammenfassung der über Entwicklung der Sporogone bei Muscineen bekannt gewordenen Thatsachen . 29
Vertheilung und Anordnung der Elemente des Sporenraumes 30
Die Sporen von *Pellia* 32

II. Specielle Untersuchungen.

Metzgeria
Wachsthum der Laubachsen 34
Endverzweigung 35
Intercalare Zweigbildung 35
Adventivsprosse 36
Keulenhaare 36
Borstenhaare (und Rhizoiden) 37
Geschlechtsorgane 38
Entwicklung des Sporogons 39
Aneura
Spitzenwachsthum 40
Keulenhaare 41
Endverzweigung 41
Brutzellen 43
Geschlechtsorgane
Männliche Aeste und Antheridien 44
weibliche Aeste und Archegonien 45
Entwicklung des Sporogons 47
Keimung der Sporen 48
Pseudoneura
Gliederung und Bau des Thallus 49
Spitzenwachsthum und Verzweigung 50
Geschlechtsorgane 51
männliche Aeste 51
weibliche Aeste 52
Entwicklung des Sporogons 52
Pellia
Spitzenwachsthum 53
Endverzweigung 54
Adventivsprosse 55
Keulenhaare 56
Antheridien 56
Archegonien 56
Entwicklung des Sporogons 57
Bau der Sporen 57
Keimung der Sporen 58
Monoclea
Habitus der Pflanze 62
Spitzenwachsthum 63
Haarbildungen 63

Seite

Archegonienstände und Fruchtstellen 63
Bildung der „Fruchthöhle“ 64
Bau der Archegonien 67
Aufspringen des Sporogons 68
Systematische Stellung der Gattung 69

Symphyogyna

Habitus und Bau 69
Spitzenwachsthum 70
Endverzweigung 71
Intercalare Zweigbildung 72
Keulenhaare 73
Männliche Sprosse und Antheridien 73
Archegonienstände 74
Deren Umhüllung 75
Aufbau der Archegonien in abnormen Fällen 75
Fruchtbildung 76
Embryoentwicklung 76
dieselbe verglichen mit der anderer Lebermoose 77

Blyttia

Spitzenwachsthum 79
Endverzweigung 79
Interkalare Zweigbildung 80
Verzerrung der Segmente 81
Keulenhaare 82
Rhizoiden; Anlage ihrer Mutterzellen 82
Männliche Sprosse und Antheridien 83
Archegonien 84
Umhüllung derselben 84
Das Sporogon 85

Mörkia

Habitus der Pflanze 85
Der Scheitel 86
Endverzweigung 87
Intercalare Zweigbildung 87
Männliche Pflänzchen 88
Umhüllung der Antheridien 88
Entwicklung der Antheridien 88
Archegonienstände 89
deren Umhüllung 89
Bau der Kapsel und ihr Aufspringen 89
Entwicklung des Sporogons 89

Umbraculum

Dessen Stellung als selbstständige Gattung 90
Habitus und Bau der Pflanze 91
Die Sprossformen 91
Bau des Nerven 91
Die Sprossanlagen an der Ventralseite 92
Spitzenwachsthum 93
Keulenhaare 93
Der Scheitel von Sprossanlagen 94
Endverzweigung 95
Anlage der ventral stehenden Sprosse 96

Seite

Geschlechtsstände 98
Antheridienstände und deren Bau 98
Deren Beziehung zu den ventralen Sprossen 99
Archegonienstände 99
Morphologischer Werth der Geschlechtsstände 99
Involucralschuppen 100
Fruchtbildung 101
Abnormer Embryo 101

Podomitrium

Systematische Stellung 102
Habitus und Bau 102
Spitzenwachsthum 103
Verzweigung 103
Geschlechtsstände 103
Bau der Archegonienstände 104

Fossombronia

Spitzenwachsthum 105
Theilung der Segmente 105
Keulenpapillen 106
Blattbildung 106
Endverzweigung 107
Verhalten des zweigbildenden Segmentes (vergleichend) 108
Wachsthum des Seitensprosses 109
Vertheilung der Geschlechtsorgane 109
Stellung und Bau der Antheridien 109
Anlage derselben 110
Diesbezüglicher Vergleich mit akrogynen Gattungen 110
Dorsale Schuppenbildung; deren Deutung 110
Monströse Antheridien 112
Archegonien; ihre Stellung 112
Anlage derselben 112
Fruchtbildung 113
Perianthium 113
dessen Anhänge (involucrum) 114
Verhalten des Sprosses bei der Fruchtbildung 115
Oeffnen der Kapsel 116
Embryoentwicklung 117
Abnorme Fruchtanlage 119
Keimung der Sporen 119

Androcryphia

Bau der Pflanze 120
Spitzenwachsthum 121
Keulenpapillen und rudimentäre Amphigastrien 121
Blattwachsthum 122
Endverzweigung 122
Geschlechtsorgane 123
Deren Vertheilung 123
Deren Anlage 123
Diesbezügliche Beziehungen 123
Entwicklung der Antheridien 124
Entwicklung der Archegonien 125
Fruchtbildung 125

Seite
Verhalten des Sprosses bei der Fruchtbildung 125
Das Perianthium 125
Petalophyllum
Bau der Pflanze 126
Bildung des Frons 127
Die Lamellen an derselben 128
Deutung derselben 128
Der Sprossscheitel bei *P. Preissii* 130
Der Sprossscheitel bei *P. Ralfsii* 131
Endverzweigung 131
Interkalare Zweigbildung 131
Männliche Sprosse 132
Umhüllung der Antheridien 132
Weibliche Sprosse 132
Umhüllung der Archegonien 133
Das Sporogon 133
Sein Aufspringen 133
Erklärung der Abbildungen 134

I. Allgemeines.

Die im vorliegenden Hefte behandelten Lebermoose werden einschliesslich der schon im ersten Hefte besprochenen Gattung *Blasia* als die Abtheilung der »frondosen Jungermannieen« den foliosen gegenübergestellt. Ein flüchtiger Blick über die zu den ersteren gerechneten Gattungen zeigt aber sogleich, dass das Fehlen oder Vorhandensein der Blattorgane einen Unterscheidungscharakter nicht abgibt, da von jeher Gattungen, bei denen unzweifelhaft Beblätterung auftritt, wie *Fossombronia* und *Androcryphia*, den frondosen Jungermannieen zugezählt werden. Es kann anderseits auch die Art der Blattanlage ein Unterscheidungsmerkmal nicht abgeben. Denn, wenn wir von *Blasia* absehen, bei welcher Gattung sich die Blattanlage dadurch, dass deren Fläche sich senkrecht zu den Hauptwänden des Segmentes entwickelt, allerdings ganz wesentlich von der der foliosen Jungermannieen unterscheidet, so bleiben immer noch die beiden schon oben erwähnten Gattungen, welche mit jenen diesbezüglich übereinstimmen, da auch bei ihnen das Auswachsen des Segmentes zur freien Blattfläche ebenfalls parallel den Hauptwänden des Segmentes stattfindet. Es bezieht sich diese Uebereinstimmung jedoch nur auf die Anlage, da in der weiteren Entwicklung allerdings höchst wichtige Unterschiede Platz greifen.

Bei allen foliosen Jungermannieen wird nämlich zugleich mit der Blattanlage auch die Halbirungswand im Segmente sichtbar, so dass schon an den jüngsten seitenständigen Blättern die beiden Blattlappen, die in manchen Fällen (*Frullania*, *Radula* etc.) sich so abweichend ausbilden, sichtbar sind. Diese Hälftenbildung fehlt nur bei *Haplomitrium*, und ich habe schon im zweiten Hefte (pg. 73) bemerkt, dass die Gattung jedenfalls von den »foliosen« Jungermannieen zu trennen sei, da abgesehen von der verschiedenen Blattentwicklung, welche sie den beblätterten Gattungen *Fossombronia* und *Androcryphia* nahe bringt, die Beziehungen zwischen der Anlage der Geschlechtsorgane und der der Blätter durchaus andere seien.

Die so durchaus übereinstimmende Entwicklung der seitenständigen Blätter bei allen übrigen foliosen Jungermannieen lässt diese Gruppe in der That als einen natürlichen Formenkreis erscheinen, der also nicht durch das Vorhandensein und die Art der Anlage

der Blätter, wohl aber durch deren Entwickelung charakterisirt ist, die wir bei keiner den frondosen zugezählten beblätterten Form wiederfinden. Aber es ist nicht blos diese Eigenthümlichkeit, welche jenen Formenkreis als einen natürlichen erscheinen lässt. Eine nicht minder scharfe Umgrenzung erhält man, wenn man die Art der Anlage der weiblichen Geschlechtsorgane am Sprossscheitel und dessen diesbezügliches Verhalten in Betracht zieht. Wie ich schon im zweiten Hefte (pg. 44) auseinandersetzte, werden bei allen foliosen Jungermannieen die Archegonien immer in den der Scheitelzelle zunächst gelegenen Segmenten angelegt und treten in diesen vor der Blattbildung in die Erscheinung. Es liess sich ferner in vielen Fällen auf das unzweifelhafteste constatiren, dass auch die Sprossscheitelzelle in die Archegoniumbildung eintritt und es ist wahrscheinlich, dass dies überall geschieht. Ist dies letztere wirklich der Fall, so ist schon dadurch dem Längenwachsthume des Sprosses ein Ziel gesetzt. Aber sollte dies auch nicht ausnahmslos stattfinden, so ist doch so viel sicher, dass der Spross, sobald er in die Archegonienbildung eintritt, sein Längenwachsthum abschliesst, was übrigens auch im letzteren Falle erklärlich wird, wenn man bedenkt, dass die Anlage der Archegonien in den der Scheitelzelle zunächst liegenden Segmenten auf die normale Entwicklungsfähigkeit derselben störend einwirken muss.

Es wird also bei allen foliosen Jungermannieen der Scheitel bei Bildung der weiblichen Inflorescenz aufgebraucht, und diese steht ausnahmslos an der Spitze des Geschlechtssprosses.

Dies ist nun bei keiner »frondosen« Jungermanniee der Fall. In vielen Fällen, wie bei *Pellia, Symphyogyna, Blyttia* etc. sind die weiblichen Inflorescenzen ganz deutlich rückenständig und wiederholen sich an demselben Sprosse mehrmals hintereinander. Wohl findet man öfters die weiblichen Sprosse sehr verkürzt. Aber auch in diesen Fällen lässt es sich direct nachweisen, dass die Scheitelzelle und die jüngsten Segmente zur Archegonienbildung nicht verwendet werden, dass also auch in diesen Fällen die Inflorescenz rückenständig ist. So zeigte ich es für *Metzgeria* und so ist es in gleicher Weise der Fall bei *Aneura,* und ebenso finden wir es bei den beblätterten Formen *Androcryphia, Fossombronia* und *Petalophyllum.* Auch bei *Haplomitrium* werden Scheitelzelle und die jüngsten Segmente in die Archegonienbildung nicht einbezogen [1]) und es wird daher bei Anlage der Archegonien das Längenwachsthum des Sprosses noch nicht abgeschlossen. Wir finden daher dieselben nicht an der Sprossspitze zu einer Gruppe vereint, sondern über das obere Sprossende vertheilt, in gleicher Weise etwa, wie bei *Blasia* und den schon oben erwähnten mit Blättern versehenen Gattungen. Wohl aber tritt mit der Befruchtung eines Archegoniums und dem Beginne der Fruchtbildung häufig eine Sistirung des Längenwachsthums des Sprosses ein,

[1]) Ich habe dies früher (Heft II, pag. 73) unentschieden gelassen. Ich hatte in letzter Zeit Gelegenheit, die diesbezüglichen Verhältnisse an frischen Objecten, die ich durch Professor *S. O. Lindberg* in zuvorkommendster Weise erhalten hatte, zu studiren, und konnte so noch manche Fragen, die ich seiner Zeit nicht zu beantworten vermochte, endgiltig beantworten.

das aber später, wenn einmal der Aufbau des Sporogons vollendet ist, wieder aufgenommen werden kann *(Fossombronia, Androcryphia)*, während in anderen Fällen dies nicht mehr stattfindet. So ist es bei *Blasia,* und in gleicher Weise bei *Haplomitrium,* wo der Scheitel durch die sich entwickelnde Frucht zwar zur Seite gedrängt wird, aber lange noch deutlich erkennbar bleibt, und in Ausnahmsfällen selbst das Längenwachsthum wieder aufnehmen kann.

Dieses verschiedene Verhalten des Sprossscheitels bei Anlage der weiblichen Organe gibt also, wie ich glaube, ein gutes Unterscheidungsmerkmal ab, um die beiden natürlichen Verwandtschaftskreise[1]) der Jungermannieen zu umgrenzen, und man könnte die foliosen (excl. Haplomitrium) als scheitelblüthige *akrogynae,* die frondosen (inclusive Haplomitrium) als *anakrogynae* Jungermannieen zusammenfassen.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der akrogynen (foliosen) Jungermannieen besteht darin, dass die verschiedenen Umhüllungen der Geschlechtsorgane ausschliesslich durch die Blätter gebildet werden. So ist bei ihnen ausnahmslos der Oberlappen eines Seitenblattes als Hüllorgan für die Antheridien umgebildet, und ebenso ist das Perianthium, wo immer es auftritt, aus Blättern entstanden, und ich habe seinerzeit gezeigt, dass seine Anlage zugleich mit der der Archegonien in die Erscheinung tritt, während allerdings in der Regel seine Ausbildung erst dann erfolgt, wenn eine Frucht entwickelt wird.

Bei jenen anakrogynen (frondosen) Jungermannieen, bei denen keine, als morphologisch selbstständige Organe zu charakterisirenden, Blätter angelegt werden, kann selbstverständlich von einer durch »Blätter« gebildeten Umhüllung nicht die Rede sein. Ich werde im speciellen Theile den Nachweis führen, dass die blattartigen Schüppchen, welche bei *Symphyogyna, Blyttia, Mörkia* etc. die Antheridien decken, nur als Thallomwucherungen aufzufassen sind, die sich von denen, wie sie bei *Pellia, Aneura, Androcryphia* vorkommen, nur dadurch unterscheiden, dass sie sich einseitig ausbilden, während bei letzteren Gattungen die Wucherung des Thallus rings um das Antheridium stattfindet. Dass das sogenannte »Hüllblatt« von *Metzgeria* ein metamorphosirter Thalluszweig ist, habe ich schon seinerzeit bekannt gemacht, und ebenso sind die Schuppen, welche in den männlichen Ständen von *Umbraculum* die Antheridien umgeben, nur als Thalluswucherungen aufzufassen.

Aber auch bei jenen Gattungen, wo wirkliche Blätter gebildet werden, betheiligen sich diese an der Bildung selbstständiger, die Antheridien schützender Umhüllungen in keiner Weise. So sehen wir bei *Blasia,* trotz des Vorhandenseins deutlicher Blätter, die Antheridien in das Gewebe der Mittelrippe versenkt. Aber, wenn wir auch von dieser Gattung wegen der abweichenden Blattanlage absehen, und solche Formen zum Vergleiche herbei-

[1]) Dass *Haplomitrium* den Codonieen zunächst verwandt ist, wurde auch von *Lindberg* (Hepaticae in Hibernia mense Julii 1873 lectae pag. 540) erkannt. Doch will mir scheinen, dass dessen übrige Eintheilung der Jungermanniaceen, in welcher er den natürlichen Formenkreis der foliosen Jungermannieen ganz zerreisst, und z. B. die so unzweifelhaft nahe verwandten Gattungen *Metzgeria* und *Aneura* weit von einander trennt, der natürlichen Verwandtschaft nicht entspricht.

ziehen, die diesbezüglich den akrogynen (foliosen) Jungermannieen zunächst stehen, wie *Androcryphia,* so sehen wir auch hier die Umhüllung der Antheridien nur durch Thallus-wucherung vollzogen, die Blätter also dabei durchaus unbetheiligt.

Bei den Gattungen *Fossombronia* und *Haplomitrium* stehen die Antheridien frei an der Oberfläche des Stengels, und sind weder von eigenen Gewebewucherungen noch von Blättern oder Blattheilen gedeckt. In der Gipfelknospe bilden nun allerdings die Blätter eine schützende Umhüllung, doch ist deren Beziehung zu den Antheridien eine andere als bei den akrogynen Gattungen. Bei diesen nämlich stehen die Antheridien wirklich axilär, und ausnahmslos innerhalb des dorsalen Blattrandes und häufig nur zunächst der Blattmediane. Bei *Haplomirtium* nun steht jede Antheridie an Stelle eines Blatttheils [1]) und die Einhüllung wird durch tiefer oder seitlich stehende Blätter bewirkt. Bei *Fossombronia* finden wir allerdings diesbezüglich eine Annäherung an die akrogynen Formen. Wohl stehen auch hier einzelne Antheridien ausserhalb des dorsalen Randes des demselben Segmente angehörigen Blattes, und gehen somit wie bei *Androcryphia* aus Segmenttheilen hervor, die sich an der Blattbildung nicht betheiligen, und es sind dies die in dem betreffenden Segmente zuerst gebildeten Antheridien. Die späteren folgen nun in der Richtung nach der Segmentmediane aufeinander und rücken somit innerhalb des dorsalen Blattrandes und zeigen Stellungen, die allerdings den bei den akrogynen Formen vorkommenden entsprechen. Wenn nichtsdestoweniger auch jenen ausserhalb der Blattachsel stehenden erst gebildeten Antheridien eine eigene schützende Umhüllung fehlt, so dürfte der Grund wohl darin gelegen sein, dass durch die ungemein starke Breitenentwicklung der benachbarten und tiefer stehenden Blätter und durch deren Knospenlage für die junge Antheridie ein hinreichender Schutz geschaffen ist. Doch — und ich habe dies im speciellen Theile nachzuweisen versucht — dürften die öfters in der Nähe der Antheridien zu beobachtenden blattartigen Schüppchen, die zur Blattbildung in durchaus keiner Beziehung stehen, darauf hinweisen, dass auch bei den Vorfahren der *Fossombronia* die Antheridien durch Schuppen gedeckt waren (etwa wie bei *Blyttia*) und dass dieselben erst dann nicht mehr gebildet wurden, als durch die Ausbildung der Blätter ein neues Schutzorgan geschaffen war.

Sehr lehrreich ist diesbezüglich die Untersuchung der entsprechenden Verhältnisse bei *Petalophyllum*: Wie es an anderen Orten gezeigt werden soll, vereinigt diese Gattung durch die Ausbildung eines thallusartigen, in die Breite entwickelten und an der Dorsalseite mit Blättern besetzten Stengels den Charakter der thallösen Lebermoose mit dem der beblätterten. Man kann sich von dem Aufbau der Pflanze am besten dadurch einen Begriff machen, dass man sich vorstellt, an einer unserer *Fossombronia* ähnlichen Form hätte der Stengel in Folge starken Breitenwachsthums der Ventralseite einen thallusartigen Charakter angenommen und sich etwa wie der Thallus von *Metzgeria* oder *Aneura* entwickelt.

[1]) Heft II, pg. 72.

Die Blätter erscheinen dann als vom Laubrande an quer oder schief gegen die Mittelrippe verlaufende Lamellen. Nehmen wir weiter an, es würden die Antheridien ganz in gleicher Weise wie bei *Fossombronia* angelegt, es entstünden also die zuerst gebildeten jedes Segmentes ausserhalb des dorsalen Blattrandes, die späteren innerhalb desselben, so müssten an dem nun thallusartig verbreiterten Stengel erstere frei nächst der Mediane der Mittelrippe stehen, während letztere etwas weiter nach dem Rande hin und in die Nähe der lamellenartigen Blätter, von diesen von rückwärts her gedeckt, gerückt wären. Diese Stellung zeigen nun die Antheridien in der That und es wird dieses Stellungsverhältniss nur dadurch undeutlich, dass sich hinter den zunächst der Mediane der Mittelrippe stehenden Antheridien blattartige Hüllschüppchen ausbilden. Es sind diese Schüppchen bald nach ihrer Entstehung durchaus von einander getrennt, und es ist daher in der Vegetationsspitze ihre Beziehung zu den Antheridien und ihre Unabhängigkeit von den Blättern vollkommen deutlich. Sie verwachsen aber später häufig unter einander und mit den Seitenrändern der Blätter und erscheinen dann in der That öfters nur als Fortsetzungen der Blattlamellen.

So haben wir in *Petalophyllum* ein Beispiel, wie an derselben Pflanzenart die für die anakrogynen (frondosen) Gattungen typische Art der Umhüllung der Antheridien (durch Wucherungen des Thallus) zugleich mit der den akrogynen (foliosen) zukommenden (durch die Blätter) in die Erscheinung tritt.

Auch die Umhüllung der weiblichen Organe erfolgt bei keiner anakrogynen Jungermanniee unter Betheiligung der Blätter: Bei *Metzgeria* bildet der sich einkrümmende Tragspross die Hülle; bei *Aneura* und *Pseudoneura* sind es die sich aufstülpenden Seitenränder des Tragsprosses, der zugleich aus seiner Dorsalfläche schmale bandförmige Schüppchen bildet; bei den Haplolaenen kann über die Natur der Hüllen (als Thalluswucherungen) wohl kein Zweifel sein. Dasselbe gilt für die Diplomitrien, ebensowohl in Bezug auf die von der Befruchtung durchaus unabhängige Ausbildung der äusseren Hülle als auch bezüglich der erst zugleich mit der Frucht sich ausbildenden inneren. Bei *Petalophyllum* bildet sich die den Archegonienstand umgebende Hülle schon mit der Entwicklung der Geschlechtsorgane (wodurch die Gattung den Haplolaenen sich anschliesst), und wenn sie auch seitlich öfters (aber nicht immer) mit den Blattlamellen verwächst, so ist sie doch eine von diesen im Ganzen unabhängige Bildung. Bei *Fossombronia* und *Androcryphia* ist die Ausbildung der Hülle, ja selbst ihre Anlage von der Befruchtung abhängig. Aber auch hier ist sie eine Bildung des Stengelgewebes und es betheiligen sich dabei die Blätter in keiner Weise. Ich möchte es daher auch für zweckmässig halten, den Ausdruck »Perianthium« nur für die akrogynen (foliosen) Jungermannieen, wo dasselbe von Blättern gebildet ist, anzuwenden, und für alle Umhüllungen der Archegonien bei den anakrogynen Formen den Ausdruck »Hülle« (involucrum) zu gebrauchen, wobei dann die doppelte Hülle der Diplomitrien als äussere und innere Hülle unterschieden werden könnte.

Ich habe früher geglaubt, dass die beiden Hauptgruppen der Jungermannieen auch durch die Art des Spitzenwachsthumes unterschieden werden könnten, indem nur den »foliosen« (akrogynen) eine dreiseitig pyramidale Scheitelzelle zukäme. Nun besitzt aber, abgesehen von *Haplomitrium* auch *Androcryphia* ganz dieselbe Art des Spitzenwachsthumes [1]) und ebenso die gleiche Orientirung der Scheitelzelle und auch das so abweichend gebaute *Petalophyllum (Ralfsii)*, stimmt bezüglich aller dieser Verhältnisse mit den höheren Jungermannieen überein. Ueberhaupt zeigt eine vergleichende Betrachtung der Gattungen, dass in der Art des Spitzenwachsthumes ein höherer systematischer Charakter nicht gelegen ist, und dass diesbezüglich selbst innerhalb einer Gattung Verschiedenheit herrschen kann. Im Allgemeinen finden wir diesbezüglich bei den anakrogynen Formen eine verhältnissmässig grosse Mannigfaltigkeit in Bezug auf Segmentirung der Scheitelzelle und der Theilung in den Segmenten gegenüber der diesbezüglichen grossen Gleichförmigkeit unter den akrogynen Gattungen.

Alle Formen des Spitzenwachsthumes, welche wir bei den hier in Betrachtung kommenden Lebermoosen beobachten, haben das mit einander gemein, dass die Fortbildung des Scheitels durch die Thätigkeit einer Zelle erfolgt, die als die Scheitelzelle bezeichnet werden muss. [2]) In Bezug auf ihre Form und die sie bedingende Art der Segmentirung können

[1]) Von *Zoopsis* ist natürlich ganz abzusehen, da diese Gattung, wie *Lindberg* erkannte, der Gattung *Jungermannia* zunächst steht. Dass dies auch für den vegetativen Aufbau gilt, wurde seinerzeit von mir nachgewiesen (Verhandlungen des nat. Ver. f. Steierm. 1876).

[2]) Ich habe seinerzeit bei Erörterung des Scheitelwachsthumes von *Blasia* (Heft I, pag. 10 et. seq.) nachzuweisen versucht, dass dasselbe durch eine Scheitelzelle erfolge, welche blos deshalb als solche so wenig oder gar nicht hervortrete, weil die ersten Theilungen in den Segmenten vollkommen den Theilungstypus jener wiederholen. Bei *Blasia* ergibt sich die verschiedene Werthigkeit der Scheitelzelle und der ihr gleichgebildeten Segmente aus der Erwägung, dass letztere mit beschränktem Längenwachsthume morphologisch unterscheidbare Anhangsgebilde (die Blätter) produciren, während jene sich in unbegrenzter Folge durch fortgesetzte Segmentirung von neuem verjüngt. Ich habe damals erwähnt, dass auch theoretische Erwägungen dazu drängen, das Wachsthum von *Blasia*, als mit einer Scheitelzelle erfolgend, aufzufassen. Nun hat Professor *Kny* in einer in der Flora 1874 Nr. 29 erschienenen Besprechung meines Heftes, unter Anerkennung der Richtigkeit der für *Blasia* gemachten Angaben an meine allgemeinen Erörterungen über Scheitelwachsthum einige kritische Bemerkungen geknüpft. Ich kann jedoch eine Wiederlegung meiner Ansichten aus diesen Bemerkungen in keiner Weise herausfinden. Ich sagte damals (pag. 11): »Das endliche Herrschendwerden einer einzigen Zelle, dieses Herausarbeiten einer Scheitelzelle muss an mit Spitzenwachsthum versehenen Organen (Zellflächen und Zellkörpern) immer dann eintreten, wenn sich die im Scheitel gelegenen Zellen in gesetzmässiger Weise durch Längswände (parallel oder schief zur Längssache des Organes) theilen und nicht ihre Anordnung entweder beiderseits einer durch die Wachsthumsaxe gelegten Ebene . . . . . das Herrschendbleiben zweier . . . Scheitelzellen ermöglicht«. Dies ist unzweifelhaft richtig und nie sagte ich, dass »jedes am Scheitel fortwachsende flächenförmige Gebilde entweder mit einer oder zwei nebeneinanderliegenden Scheitelzellen wachse«, was freilich unrichtig ist. Dass man nun dieses Wachsthum mit zwei nebeneinanderliegenden Scheitelzellen als Wachsthum durch eine Scheitelkante (event. Scheitelfläche) bezeichnen kann, soll gern zugegeben werden, und wird auch immer dann genügen, wenn die Segmente in Bezug auf verschiedene Theilungsvorgänge oder die Anlage differenter morphologischer Glieder eine Auseinanderhaltung von den Scheitelzellen nicht nothwendig erscheinen lassen. Darüber habe ich mich damals überhaupt nicht ausgesprochen, und nur den einen Typus, wo eben eine Scheitelzelle zur Geltung kommen muss, von dem der Scheitelfläche (resp. Scheitelkante) ausgeschlossen wissen wollen. Professor *Kny* stimmt weitres mit dem

wir mehrere Modificationen unterscheiden. Indem ich für jede derselben eigene Namen einführe, habe ich nicht die Absicht, durch dieselben die unterscheidenden Merkmale hervorzuheben, sondern es sollen damit nur kurze Bezeichnungen geschaffen werden, welche eine leichtere und kürzere Darstellung ermöglichen.

Die Modificationen sind:

1) Die prismatische Scheitelzelle[1]). (Wachsthum der Laubaxen von *Pellia epi-*

Verfasser darüber überein, dass »Form und Grösse der Scheitelzelle, sowie die Art ihrer Theilung durchaus unwesentlich für ihren Begriff sind« und gewiss auch mit dem unmittelbar vorangehenden Satze, »dass es für ihre Bedeutung (als Scheitelzellen) vollkommen gleichgültig ist, ob sie sich in Längs- oder Queransichten durch ihre Grösse und Form von den umliegenden Zellen unterscheiden, oder nicht«, in welchem letzteren Falle »das Vorhandensein einer Scheitelzelle erst durch Combinirung vieler Ansichten erschlossen werden kann«. Als Folgesatz dieses letzten Passus ist aber der von Professor *Kny* bekämpfte Satz, »dass es unstatthaft sei, einzig aus dem Grunde, weil eine oder mehrere Scheitelzellen als solche nicht erkennbar sind, auch schon ein Fehler, derselben vorauszusetzen« unzweifelhaft richtig. Verfasser fordert, wie Professor *Kny*, den Nachweis der genetischen Beziehungen aller im Scheitel gelegenen Zellen auf eine Zelle, und er betonte ja gerade diesen Punkt in der ganzen vorausgegangenen Darlegung besonders in Hinblick auf die leichte Art, in welcher häufig Zellen, welche sich nur irgendwie in der Form von benachbarten unterschieden, als Scheitelzellen erklärt wurden, ohne dass auch nur der Versuch gemacht wurde, die Gruppirung von Segmenten der Form der vermeintlichen Scheitelzelle anzupassen.

Das Spitzenwachsthum, wie es *Blasia* zeigt, unterscheidet sich nun in Nichts von dem vieler anderer Lebermoose (*Pellia calycina*, *Mörkia*, *Monoclea* etc.) und wir finden es wieder bei Organen höherer Pflanzen. Ich gebe gern zu, und habe es auch schon zu wiederholten Malen betont, dass dort, wo sich die Segmente, wenigstens durch einige Zeit, in Bezug auf Theilungsvorgänge, der Scheitelzelle gleich verhalten, und namentlich keine morphologisch unterscheidbaren Anhangsgebilde aus ihnen hervorgehen, die Constatirung des Vorhandenseins einer Scheitelzelle nicht nothwendig ist, und die Annahme der Gleichwerthigkeit mehrerer Zellen Scheitelfläche, Scheitelkante) genügen kann, um in die Vorgänge des Scheitelwachsthumes einen hinreichenden Einblick zu erlangen. Welchen Werth es aber hat, hier weiterzugehen, wenn es sich um Differenzirung in den Segmenten handelt, das zeigen neue Untersuchungen über die Gewebedifferenzirung in den Blättern der Gefässkryptogamen. So gelang es *Sadebeck* dadurch, dass der das Wachsthum des Wedels von *Asplenium*, das ganz in derselben Weise, wie bei *Blasia* etc. erfolgt, auf die Thätigkeit einer Zelle zurückführte, Anlage und Verzweigung der Nerven auf morphologisch bestimmbare Zellen zurückzuführen; dasselbe ist bezüglich der Hymenophyllaceen durch *Prantl* geschehen.

Auch in der Vegetationsspitze mehrerer Tange liegt eine Gruppe von Zellen, die in der Art der Theilungen im Wesentlichen mit einander übereinstimmen. Bei *Pelvetia canaliculata* gelang es *Kny* nachzuweisen, dass von einer Zelle das Längenwachsthum der Frons ausgeht, und somit alle Zellen der letzteren genetisch zu jener in Beziehung stehen. Da aber ihre Theilung mit der der Segmente übereinstimmt, so will er sie nicht als »Scheitelzelle« sondern als »Initiale« bezeichnet wissen, und es würde dieses Wachsthum als eine Zwischenstufe zwischen dem Wachsthumstypus durch eine Scheitelzelle und dem durch eine »Scheitelfläche« zu betrachten sein.

Ich will gerne zugeben, dass es vielleicht zweckmässig ist, jene Scheitelzellen, wo die Theilungen (hier Längstheilungen) in ihrer Aufeinanderfolge und in ihrer gegenseitigen Orientirung keine Regelmässigkeit erkennen lassen, als »Initialen« zu bezeichnen, aber sie müssen eben von den umliegenden Zellen (Segmenten) unterschieden werden und bleiben ihrer Bedeutung nach doch immer »Scheitelzellen«, und stellen eben eine der möglichen Modificationen dar, unter welchen diese in die Erscheinung treten können.

[1]) Es möge für diese Form der allerdings nicht sehr passende Ausdruck gestattet sein. Aber ich weiss keinen besseren aufzufinden. Er wurde auch schon mehrere Male von Anderen angewendet, und ich entschliesse mich schwer, einen schon gebrauchten Ausdruck durch einen anderen, auch nicht viel besseren zu ersetzen. So wäre die Bezeichnung »dachförmige Scheitelzelle«, an welche ich mehrmals dachte, auch nicht sehr viel besser.

phylla). Die Scheitelzelle ist von 4 Flächen begrenzt: einer stark convexen freien Aussenfläche, 2 einander mehr weniger parallelen Seitenflächen und einer ebenen oder schwach convexen Innenfläche. Es bilden sich die Segmente nach 3 Seiten und zwar: durch Theilungen parallel den Seitenflächen nach rechts und links die seitenständigen und durch solche parallel der Innenfläche die basiskopen Segmente.

2) Die »zweischneidige Scheitelzelle (Wachsthum der Laubaxen von *Metzgeria, Aneura, Pseudoneura, Symphyogyna, Umbraculum, Blyttia* und des Stämmchens von *Fossombronia*). Alle hierher gehörigen Pflanzen sind bilateral; die beiden Segmentreihen liegen in der Bilateralebene.

3) Die keilförmige Scheitelzelle (Wachsthum der Laubaxen von *Pellia calycina, Monoclea, Mörkia,* des Stämmchens von *Blasia*). Die Scheitelzelle hat im verticalen Längsschnitte die Form eines Dreieckes, dessen eine Spitze nach innen gekehrt ist. Sie wird durch 5 Flächen begrenzt [1]): eine convexe Aussenfläche, zwei unter sich parallele Seitenflächen, und zwei sich aneinander ansetzende (nach der Rücken- und Bauchseite geneigte) Innenflächen. Es werden nach 4 Seiten hin Segmente gebildet: nach rechts und links und nach der Rücken- und Bauchseite. Die beiden letzteren ersetzen die eine Reihe von basiskopen Segmenten, die beim Typus 1 entstehen.

4) Die dreiseitig pyramidale (tetraedrische) Scheitelzelle. Die bekannte Form, wie sie am Stamme von *Equisetum* und *Marsilia,* in den Wurzeln der Gefässkryptogamen, bei den meisten Laubmoosen, bei allen akrogynen Jungermannieen und selbst bei einigen Tangen (Reinke) erscheint. (Wachsthum des Stämmchens von *Haplomitrium, Androcryphia, Petalophyllum.*) Es werden nach 3 Seiten Segmente abgeschnitten und es liegt eine dieser Reihen bei bilateralen Formen ventral.

Wenn man nun diese 4 Formen in der Beziehung mit einander vergleicht, dass man nur die Natur des ausschliesslich durch Bildung der Segmente entstehenden Zellcomplexes in Betracht zieht, so müssen offenbar die sub 1 und 2 genannten als niedere, die unter 3 und 4 aufgeführten als höher stehende Modificationen des Scheitelwachsthumes bezeichnet werden. Während nämlich bei jenen die Segmentirung nur zur Bildung von Zellflächen führt, bedingt sie bei diesen unmittelbar die Entstehung von Zellkörpern.

Es ist aber eine andere und, wie ich glaube, sehr schwer zu beantwortende Frage, wie diese Formen genetisch zusammenhängen, welche von ihnen als ursprüngliche, welche als abgeleitete zu betrachten seien. So vermuthet *Prantl* [2]), die zweischneidige Scheitelzelle sei aus der prismatischen hervorgegangen, in der Weise dass die »Verticalwand« (einer Seitenwand entsprechend) sich nicht an die »Grundfläche« (d. i. die basiskope Wand) ansetzte, sondern schräg an eine Seitenwand [»worauf dann die Horizontalwand (der basiskopen Wand entsprechend) als erste Wand in dem so gebildeten Segmente nachfolgte«]. »Dazu kam noch eine weitere, wohl

[1]) Vgl. Heft I, pag. 14 und Taf. V, Fig. 30.

[2]) in Bezug auf das Wachsthum des Hymenophyllaceenblattes; l. c. pag. 64.

mechanisch bedingte Abänderung: die schräge Verticalwand trifft nicht mehr die freie Aussenwand der Ober- und Unterseite, sondern ausser der scheitelsichtigen Aussenfläche nur mehr im Bogen die nächst vorhergehende Seitenwand.«

Es gilt dies nur für diesen ganz speciellen Fall und *Prantl* selbst betont, dass in anderen Fällen, wo wir in gleicher Weise zweiseitige Segmentirung finden *(Metzgeria),* andere Vorstadien vorhanden gewesen sein können. So versucht *Kienitz-Gerloff*[1]) die zweiseitige Segmentirung des Laubmoosembryo direct aus der durch Querwände abzuleiten, und in gleicher Weise sehen wir dies beim Keimen der *Aneura* (Taf. II Fig. 3, 5, 6). Anderseits sehen wir öfters den Uebergang der zweischneidigen Scheitelzelle in die prismatische (Farnprothallien) oder in die keilförmige (Keimung von *Marchantia,* Blatt von *Asplenium*), ja selbst in die dreiseitig pyramidale, wie ich es für die Zweigvorkeime von *Jungermannia bicuspidata*[2]) und ebenso für die Keimung der Sporen von *Lophocolea*[3]) angegeben habe. Dass auch das Umgekehrte stattfinden kann, dafür dürfte vielleicht die Thatsache sprechen, dass bei *Fissidens* die Sprosse mit dreiseitiger Scheitelzelle angelegt werden, später aber eine zweischneidige erhalten. Der letztere Umstand, verbunden mit der Erwägung, dass die meisten (wenn nicht alle) übrigen Laubmoose mit tetraëdrischer Scheitelzelle wachsen, spricht wohl hinlänglich für die Annahme, für diesen Fall die zweischneidige Scheitelzelle als hervorgegangen aus der tetraëdischen zu betrachten. Weiter sehen wir bei nahe verwandten Pflanzen diesbezügliche Unterschiede: So wächst der Stamm von *Salvinia* mit zweischneidiger, der von *Pilularia* und *Marsilia* mit tetraëdrischer Scheitelzelle; ebenso verhält sich *Fossombronia* gegenüber von *Androcryphia.* Dies Alles, glaube ich, zeigt uns, dass es nicht thunlich ist, die Formen der Scheitelzelle phylogenetisch ordnen zu wollen, und zu versuchen, bestimmte uns als höhere Entwicklungsformen erscheinende Modificationen aus ganz bestimmten niederen Vorstadien ableiten zu wollen.

Es ist kein Zweifel, dass wir berechtigt sind, von den beiden sub 1 und 2 angeführten Wachsthumstypen, welche als solche (abgesehen von der Theilung in den Segmenten) nur zur Bildung von Zellflächen führen, die zweischneidige Scheitelzelle höher zu stellen als die prismatische, da jene in Form und Theilungsweise von den Segmenten sich unterscheidet, während diese mit ihnen in allen diesen Merkmalen übereinstimmt. Das einseitige (Spitzen-)Wachsthum hat sich hier wohl aus einem allseitigen herausgebildet. Dadurch, dass in den sich in Bezug auf Wachsthum und Theilung gleich verhaltenden Randzellen, endlich eine Differenzirung in der Weise eintrat, dass die meisten die Fähigkeit des unbegrenzten Wachsthumes einbüssten, hat sich endlich eine Scheitelzelle herausgebildet, welche von jenen aber noch nicht durch Form und Theilungsweise, sondern nur durch die Fähigkeit ihrer unbegrenzten Verjüngung unterschieden war. Dies ist der Typus der pris-

[1]) Sitz. ber. der Ges. nat. Freunde zu Berlin 21. März 1876.
[2]) Heft II, pag. 38, Taf. VIII, Fig. 5 f und 6 d.
[3]) Heft II, pag. 66.

matischen Scheitelzelle. Die zweischneidige kann nun als der Ausdruck eines noch entschiedener zur Herrschaft gelangten Spitzenwachsthumes angesehen werden, das nun schon in den Theilungen der Scheitelzelle sich geltend macht. Die (unter sich parallelen) Längstheilungen in der prismatischen Scheitelzelle deuten noch auf ein Bestreben nach Breitenwachsthum hin, welches in den schiefen Theilungen der zweischneidigen Scheitelzelle nicht mehr in so entschiedener Weise zum Ausdrucke gelangt. Ich möchte sagen: während durch die prismatische Scheitelzelle noch ein nach Längen- und Breitenentwicklung zielendes Wachsthum angedeutet wird, ist in der zweischneidigen das Bestreben nach Längenwachsthum überwiegend.

Ganz dieselben Beziehungen, wie zwischen diesen beiden Wachsthumsformen bestehen zwischen der keilförmigen und tetraëdrischen Scheitelzelle; — hier der Ausdruck einer gleichmässigen Entwicklung in allen zur Längenaxe senkrechten Richtungen, dort Ueberwiegen des Breitenwachsthumes gegenüber dem in die Dicke.

Ich halte es also für wahrscheinlich, dass in vielen Fällen die zweischneidige Scheitelzelle aus der prismatischen, die tetraëdrische aus der keilförmigen sich entwickelt habe, glaube aber weiter, dass beide höhere Formen auch andere Vorstadien gehabt haben können, dass dieselben wohl viele Male und ganz unabhängig entstanden sind. So dürfte, um nur einige Beispiele zu erwähnen, nach den durch *H. Müller*[1]) aufgedeckten Beziehungen des Moosprotonema zum stammbildenden Pflänzchen die tetraëdrische Scheitelzelle der letzteren direct aus Quertheilung hervorgegangen sein, während anderseits, wie schon oben angedeutet, die zweischneidige Scheitelzelle von *Fissidens* sich aus der tetraëdrischen entwickelt hat. Anderseits ist uns wieder durch *Strasburger*[2]) die merkwürdige Thatsache bekannt geworden, dass bei *Selaginella* (pentagona) durch Insectenstiche veranlasst, an jungen Stengeltheilen Gallen entstehen, welche mit tetraëdischer Scheitelzelle wachsende Sprosse darstellen, welcher Wachsthumstypus in der Gattung *Selaginella* sonst nicht beobachtet wurde. Diese Thatsache zusammengehalten mit der, dass bei *S. Wallichii* zwei Scheitelzellen *(Strasburger)*, bei andern Arten mehrere *(Russow)* gefunden werden, während die meisten Species mit zweischneidiger Scheitelzelle wachsen, zeigt uns, wie die histologischen Verhältnisse am Vegetationskegel ein phylogenetisch nur in höchst behutsamer Weise zu verwerthendes Merkmal abgeben.

In Bezug auf das Wachsthum der Segmente haben wir wieder die zwei Modificationen auseinander zu halten, wo die ersten Theilungen in denselben als solche eine Mehrschichtigkeit des Thalloms noch nicht bedingen, und wo dieselbe schon durch die ersten Theilungen eingeleitet wird.

Bei den beiden ersten Formen des Spitzenwachsthumes (mittelst prismatischer oder zweischneidiger Scheitelzelle) bleibt das Organ in dem ersteren Falle durch diese Thei-

[1]) Die Sporen- und Zweigvorkeime . . . in »Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg«, Heft IV.
[2]) Bot. Zeitung 1873, pg. 106.

lungen noch immer eine Zellfläche. So finden wir es bei *Pellia epiphylla*, so bei *Metzgeria* und *Aneura pinnatifida* etc.: die ersten Theilwände des Segmentes stehen senkrecht auf der Ebene, in welcher die Segmentreihen liegen.

Theilt sich nun bei gleichem Spitzenwachsthum das Segment durch Wände, die der Ebene, in welcher die Segmente liegen, parallel sind, oder auf selber schief aufstehen, so resultirt schon daraus eine Mehrschichtigkeit des Organes. So finden wir es bei *Aneura pinguis* und *Blyttia* in Bezug auf die zweischneidige Scheitelzelle, während mir bei prismatischer Scheitelzelle dieser dem Segmente eigene Theilungsmodus unter den Jungermannieen noch nicht vorgekommen ist, sich aber wahrscheinlich bei einigen Marchantiaceen (an Keimpflänzchen) vorfindet! Wohl aber folgen diesem Wachsthumstypus allgemein die aus einer keilförmigen Scheitelzelle abgeschnittenen Segmente, ferner die Segmente der Blätter bildenden *Fossombronia*, desgleichen die seitenständigen Segmente der akrogynen Jungermannieen, während die ebenfalls mit dreiseitig pyramidaler Scheitelzelle wachsenden anakrogynen Gattungen *(Haplomitrium, Androcryphia, Petalophyllum?)* in ihren Segmenten in der ersten Theilung den einfacheren Wachsthumstypus erkennen lassen. Wir können diesen letzteren, wo also das Segment vorerst durch eine Wand getheilt wird, die auf seiner Achse [1]) senkrecht steht, als »Quertheilung des Segmentes,« jenen complicirteren, wo die (zwei) ersten Theilungswände gegen die Axe abwechselnd geneigt sind, als »Schieftheilung« bezeichnen.

Der letztere Theilungsmodus, der offenbar als eine höhere Stufe des Segmentwachsthumes bezeichnet werden muss, kann aber auch in demselben Segmente wieder auf den niederen Typus zurücksinken, so dass das Segment aus einem Zellkörper wieder zu einer Zellfläche auswachsen kann. So finden wir es, wie schon *Kny* zeigte, bei *Aneura pinguis*, so finden wir es überall beim Wachsthume mit keilförmiger Scheitelzelle und selbst das Wachsthum des Segmentes von *Blasia* lässt, wo es zur Bildung der Seitenblätter führt, sich in diesem Sinne auffassen.

Die beiden Formen der Blattbildung, die unter den anakrogynen Jungermannieen vorkommen, wurden schon eingangs besprochen. Sie unterscheiden sich wesentlich dadurch von einander, dass in dem einen Falle das selbstständige Auswachsen des Segmentes (oder der Theile desselben) parallel zu dessen Hauptwänden, in dem anderen in darauf senkrechter Richtung stattfindet.

Nach letztem Typus entwickeln sich die Seitenblätter von *Blasia*. Ich habe schon seinerzeit betont, dass sich derselbe unmittelbar an das Wachsthum der Thallome von *Metzgeria, Pellia* etc. anschliesst. »Die Wachsthumsrichtungen [2]), die in den Seitenblättern von *Blasia* sich geltend machen, sind vollkommen übereinstimmend mit denen, wie wir sie in den Segmenten blattloser Jungermannieen finden; denken wir uns die Segmente bei *Pellia*

[1]) Vergl. Heft I pg. 15.
[2]) Heft I pg. 70.

(calycina) bei gleichem Theilungsmodus und gleichen Wachsthumsrichtungen, nicht unter sich verbunden, sondern isolirt wachsend, so ist damit auch schon das Entwicklungsgesetz für die Seitenblätter von *Blasia* im Allgemeinen gegeben.« Aber auch *Blasia* ist diesbezüglich mit den durchaus blattlosen Formen durch Zwischenstufen verbunden. Während nämlich bei *Metzgeria, Aneura, Pellia* etc. die Segmente in ihrer Entwicklung zum flächenartig ausgebildeten Thallus so gleichmässig vorschreiten, dass am Laubrande die Grenzen der einzelnen Segmente in keiner Weise zu unterscheiden sind, sehen wir diesen bei einigen Arten von *Symphyogyna (S. rhizoloba)* durch alternirend vorspringende Zähne in Abschnitte getheilt, und bei *S. sinnata* in alternirende, nur am Grunde zusammenhängende Lappen aufgelöst, deren jeder wohl einem seitenständigen Segmente entsprechen dürfte.

Ganz verschieden von dieser Art der Blattbildung, die, soweit jetzt bekannt, bei *Blasia* ihre höchste Ausbildung erreicht, ist die, wie wir sie bei den zu den Codonieen gerechneten Gattungen beobachten. Hier sehen wir das Auswachsen der Segmente in der Ebene der Hauptwände erfolgen, und ich habe schon eingangs bemerkt, dass auch bei den akrogynen Gattungen diesbezüglich der gleiche Vorgang eingehalten wird. Auch habe ich erwähnt, dass trotz dieser gleichartigen Anfangsentwicklung denn doch ein wesentlicher Unterschied dadurch gegeben ist, dass bei den letzteren der Blattbildung (in den seitenständigen Segmenten) die Halbirung des Segmentes durch eine schiefe Längswand vorausgeht, welche in der überall vorhandenen Anlage zur Theilung in 2 Lappen (Ober- und Unterlappen) noch weiters ihren Ausdruck findet. Diese Lappenbildung fehlt nun durchaus bei den anakrogynen Formen und wenn auch wie bei *Fossombronia* das blattbildende Segment durch Schieftheilung der Länge nach in Stücke zerlegt wird, so kommt diese bei der Blattbildung nicht zum Ausdrucke.

Schon bei den akrogynen Jungermannieen kommt [1]) es öfters vor, dass die Segmente nicht mit ihrer ganzen freien Aussenfläche zur freien Blattfläche auswachsen, sondern dass Randtheile derselben davon ausgeschlossen werden und es müssen in Folge dessen die Blattinsertionen (in Horizontalprojection) einen mehr weniger grossen Theil der Stengeloberfläche frei lassen. Dies kommt nun auch bei den anakrogynen Gattungen und zwar in noch viel höherem Masse vor. Bei *Fossombronia* zerfällt das Segment durch zwei wechselseitig geneigte Schieftheilungen in drei Zellen, und nur die mittlere Zelle wächst zur freien Blattfläche aus, während die ventrale ein (öfters auf einem wenigzelligen Schüppchen sitzendes) Keulenhaar producirt, die dorsale aber in der Stengeloberfläche bleibt. Bei *Androcryphia* haben wir dreiseitige Segmentirung. Die seitenständigen Segmente wachsen in ihrem ventralen Theile zur freien Blattfläche aus, aber ein dorsaler Theil (der fast so breit ist, als der blattbildende ventrale) bleibt in der Stengeloberfläche, und entspricht so der dorsalen sich gleich verhaltenden Zelle bei *Fossombronia*. Die oben erwähnten ventralen und Keulenhaare producirenden Zellen der Fossombroniasegmente finden wir nun bei *Androcryphia* als

[1]) Heft II, pg. 13.

ventrale Segmente[1]) und ganz dieser Gleichwerthigkeit entsprechend, werden auch hier Keulenpapillen (mit rudimentären Amphigastrien) producirt.

Auch *Petalophyllum* lässt sich zum Vergleiche herbeiziehen: Es unterliegt vorerst keinem Zweifel, dass die die Oberseite des thallusartig verbreiterten Sprosses bedeckenden und als Lamellen bezeichneten Gebilde wahre Blätter darstellen, welche sich aus den Segmenten ganz in gleicher Weise entwickeln, wie die Blätter von *Fossombronia* und *Androcryphia*. Ihre eigenthümliche und abweichende Form verdanken sie nur dem Umstande, dass ventralliegende und in die Blattbildung nicht eintretende Parthieen des Sprossscheitels durch starkes Dicken- und endliches Breitenwachsthum den Stengel zu einem bandförmigen (dem Thallom von *Pellia* etc. ähnlichen) Organe umbilden, wodurch selbstverständlich die Blätter ganz auf die Rückenseite gerückt und als querverlaufende Lamellen erscheinen werden. Wir haben so in *Petalophyllum* den höchst interessanten Fall der Verbindung eines thallusartigen Stengels mit Blattbildung, ähnlich wie es ja auch bei den Marchantiaceen vorkommt, doch mit dem Unterschiede, dass dort die Blätter an der Ventralseite des Thalloms vorkommen, wozu freilich noch eine ganz verschiedene Art der Anlage der Blätter aus den Segmenten hinzutritt.

Bei *P. Ralfsii* ist die Sprossscheitelzelle tetraëdrisch und sie hat ihre Seiten ganz in gleicher Weise, wie bei *Androcryphia*, orientirt. Es sind hier also die ventralen Segmente aus denen sich die ventrale Hälfte der Mittelrippe bildet. Aber ich muss es unentschieden lassen, ob die die flächenartigen Lamellen tragende Lamina, in welche sich jene beiderseits fortsetzt, ebenfalls aus Theilen ventraler Segmente hervorgeht, oder ob dieselbe aus Stücken des dorsalen Randes seitenständiger Segmente sich herausbildet, in welch' letzterem (wahrscheinlichen) Falle diese dann die Lamina und die Blätter (Lamellen) zu bilden hätten. Ganz so wie bei *Androcryphia* entwickeln auch hier die ventralen Segmente mit Keulenhaaren gekrönte Schüppchen (rudimentäre Amphigastrien), die sich auch an älteren Theilen der Mittelrippe auffinden lassen, aber allerdings in dem reichen Rhizoidenfilz versteckt sind, und so einer minder sorgfältigen Untersuchung entgehen.

Von dem Baue der Sprosse von *P. Ralfsii* kann man sich vielleicht am besten eine Vorstellung machen, wenn man dieselben aus Androcryphiasprossen abzuleiten versucht. An diesen sind die in zwei seitlichen Reihen stehenden Blätter fast parallel der Sprossaxe inserirt, und es greifen diese nach der Ventralseite kaum merklich über, so dass also der an dieser Seite stark hervorspringende Theil der Mittelrippe aus den ventralen Segmenten gebildet wird[2]). Denken wir uns nun das Gesammtwachsthum der letzteren in der Weise abgeändert, dass, statt ihres starken Längenwachsthumes (dessen Ueberwiegen über das

[1]) Die Reihe ventraler Segmente können wir uns nämlich aus Stücken seitenständiger Segmente gebildet, vorstellen.

[2]) Wir finden dies öfters auch bei akrogynen Gattungen, und ich zeigte, dass bei *Calypogeia* die ganze ventrale Sprosshälfte von ventralen Segmenten abstammt. (Heft II, pg. 4, Taf. V, Fig. 16)

Längenwachsthum in der dorsalen Hälfte der Sprossspitze die Längsinsertion der Blätter [mit unterschlächtiger Deckung] bedingt), sich an ihren Seitenrändern ein starkes Breitenwachsthum geltend machen würde, so würden einerseits die Blätter entsprechend ihrer Anlage quer inserirt bleiben, und würden dann an der Dorsalseite der flächenartig verbreiterten Frons als quergestellte Lamellen erscheinen.

Petalophyllum Preissii dürfte aber eher mit *Fossombronia* zu vergleichen sein. Ich vermuthe nämlich, dass das Spitzenwachsthum dieser Art mit zweischneidiger Scheitelzelle erfolgt. Es müssten dann die für *P. Ralfsii* entwickelten Vorstellungen in der Weise abgeändert werden, dass man annähme, das Dickenwachsthum und die Entwicklung der beiderseitigen Lamina gehe von den ventralen Theilen der seitenständigen Segmente aus, und ich habe es im speciellen Theile versucht, diese Vorstellungen weiter auszuführen. Für die Richtigkeit derselben ist es gewiss ein nicht zu unterschätzender Beweis, dass bei *P. Preissii* nun in der That Sprosse gebildet werden, welche ganz den Fossombroniasprossen gleichen, was schon von *Gottsche* beobachtet wurde und von mir bestätigt werden kann.

Uebrigens zeigt jedes vollständige Exemplar von *Petalophyllum*, dass stellenweise der flächenartig entwickelte Sprosstheil auch fehlen kann, und die allein vorhandene und fast stielrunde Mittelrippe trägt dann in einer Dorsalrinne die verkümmerten Blattschüppchen (Lamellen). Man vergleiche weiter den speciellen Theil.

Die Verzweigung der Jungermannieen und speciell der akrogynen Formen wurde schon im 2. Hefte (pag. 20) besprochen. Ich habe damals zwischen Endverzweigung und intercalarer Zweigbildung unterschieden, und zu jener jede Zweigbildung im fortwachsenden Sprossscheitel gezählt, zu dieser aber jene Verzweigungsformen, die entfernt vom Sprossscheitel in die Erscheinung treten, und dann aber ebensogut normal als adventiv sein können.

Auch in Bezug auf die Endverzweigung unterschied ich zwei Arten: Als »Endverzweigung aus der Segmenthälfte« bezeichnete ich jene Auszweigungsform, wo die Zweiganlagen unmittelbar nach dem Auftreten der »Halbirungswand« aus der so gebildeten ventralen Segmenthälfte (eines seitenständigen Segmentes) entstehen, bevor noch weitere (den Hauptwänden parallele) Theilungen das Segment seiner Höhe[1]) nach in ein akroskopes und basiskopes Basilarstück zerlegt haben. Als »Verzweigung aus dem basiskopen Basilartheile« unterschied ich weiter jene Form der Endverzweigung, wo die ventrale Segmenthälfte nicht in ihrer ganzen Höhe und vor Auftreten weiterer Zelltheilungen zur Astanlage verbraucht wird, sondern wo nach Bildung eines akroskopen und basiskopen Stückes nur aus letzterem sich die Zweiganlage bildet, während ersteres normal in die Blattbildung eintritt. Ich habe ferner (pag. 29) versucht, diese beiden Formen in genetische Beziehung zu einander zu bringen, und habe die Meinung ausgesprochen, dass

[1]) Heft I, pg. 15, Anmerkung.

die Art der Endverzweigung von der früheren oder späteren Anlage (d. h. in jüngern oder älteren Segmenten und somit näher oder entfernter von der Scheitelzelle) abhängig ist, und dass wir die letztere als einen späteren Entwicklungszustand der ersteren ansehen können, da es den Anschein hat, »als ob in der Entwicklungsreihe, der die Moose angehören, die Anlage der Zweige immer weiter vom Scheitelpunkt hinweggerückt worden wäre« (pag. 30).

Ich halte diesen Gesichtspunkt auch bei Vergleichung der Auszweigungsformen der anakrogynen (frondosen) Jungermannieen fest:

Als die früheste Form der Endverzweigung betrachte ich die, wie sie bei *Metzgeria* beobachtet wird. Die Zweiganlage bildet sich nach der ersten Quertheilung des Segmentes, bevor noch in diesem ein merkbares Höhenwachsthum (und als Ausdruck desselben eine den Hauptwänden parallele Theilung) eingetreten ist. Die Zweiganlagen bilden sich also in den der Scheitelzelle zunächst liegenden Segmenten, und zwar werden die Segmente in ihrer ganzen Höhe dazu aufgebraucht[1]). Ganz dasselbe finden wir bei mehreren Aneura-arten; doch findet sich auch öfters die Abweichung, dass die Zweiganlage nicht in der durch die erste Quertheilung gebildeten Randzelle (ersten Grades), sondern aus Randzellen höherer Ordnung gebildet werden kann. Hat dabei kein Höhenwachsthum des Segmentes stattgefunden, so bleiben sich die Verhältnisse im Wesentlichen gleich. In der Regel aber geschieht es, dass nach der ersten Quertheilung des Segmentes (*A. pinnatifida*) eine den Hauptwänden parallele Theilungswand auftritt, wodurch die Randzelle des Segmentes in zwei hintereinander liegende Randzellen zerlegt wird[2]), deren eine als akroskope, die andere als basiskope bezeichnet werden kann, in welchen sich nun der ursprüngliche Theilungsmodus des Segmentes wiederholt. Es wäre nun zweifellos von hohem Interesse zu wissen, ob die Zweiganlagen in beiden secundären Randzellen und deren Nachkommen, oder nur in der basiskopen oder nur in der akroskopen entstehen können. Ich muss es leider für Aneura unentschieden lassen!

Auch jene Aneuren fügen sich leicht diesem Typus an, wo das Segment nicht durch Quertheilung, sondern (*A. pinguis*) durch Schieftheilung in drei Zellen (eine dorsale, mediane und ventrale; vergl. den speciellen Theil) zerlegt wird, und wo die Astanlage aus der medianen Zelle (die der ersten Randzelle von *Metzgeria* entspricht) entsteht. In ganz gleicher Weise bilden sich Zweige bei *Symphyogyna, Blyttia* und *Umbraculum,* und sehen wir von der Blattbildung ab, so stimmt auch *Fossombronia* durchaus mit diesem Typus überein. Es hat derselbe offenbar viele Aehnlichkeit mit jenem bei akrogynen Formen vorkommenden, den ich als »Verzweigung aus der Segmenthälfte« bezeichnet habe, von der er sich eben nur dadurch unterscheidet, dass dort die erste Schieftheilung zu einer Halbirung des Segmentes führt, und die Anlage des Zweiges somit in eine Hälfte (und zwar

[1]) Man vergleiche auch *Kny* in *Pringsheim's* Jahrbüchern f. w. B., Bd. 10, pg.
[2]) *Kny* l. c. pg. 79 und 82.

die ventrale) rücken muss, während hier die beiden ersten Schieftheilungen weit von der Segmentmediane abrücken und somit eine *mediane* Zelle für die Sprossanlage vorhanden ist.

Sehen wir von der verschiedenen Segmentirung der Scheitelzelle ab, so gehört auch die Endverzweigung von *Blasia*, wie ich es seinerzeit wahrscheinlich zu machen suchte[1]) und in gleicher Weise jene der denselben Wachsthumstypus zeigenden Gattungen *Pellia, Mörkia* etc.) hierher.

Auch die zweite Form der bei akrogynen Gattungen zu beobachtenden Endverzweigung, die »aus dem basiskopen Basilartheile« findet unter den anakrogynen Gattungen und zwar in *Androcryphia* ihren Vertreter. Ich konnte die näheren Details des Vórganges nicht verfolgen, aber soviel ist zweifellos, dass die Zweiganlagen im Sprossscheitel unterhalb der ventralen Hälfte eines (seitenständigen) Blattes sichtbar werden, und dass sie mit diesem Blatte aus demselben Segmente hervorgehen (man vergl. den speciellen Theil). Es erscheint also auch hier die Sprossanlage, trotz des Mangels einer Halbirungswand in die ventrale Sprosshälfte verlegt.

Ich habe oben die Meinung ausgesprochen, dass zwischen den beiden Formen der Endverzweigung eine genetische Beziehung bestehe, und habe auch die Art und Weise, wie ich mir dieselbe vorstelle, auseinandergesetzt. Ich glaube, diese Vorstellung erhält eine grosse Stütze für ihre Richtigkeit durch die Untersuchung der bei *Blyttia, Symphyogyna* und *Umbraculum* beobachteten zweiten Form der Endverzweigung (die aber vielleicht auch anderwärts vorkommen dürfte), und die auch deshalb von Interesse ist, weil sie zur intercalaren Zweigbildung hinüberleitet;

Bei *Symphyogyna* entspringen bekanntlich Sprosse auch an der Ventralseite und seitlich an der Mittelrippe. Diese Sprosse werden schon im Axenscheitel des Tragsprosses angelegt, können aber längere Zeit im Ruhezustand verharren, um erst an von der Spitze entfernteren Theilen sich weiter zu entwickeln. Ganz dasselbe finden wir bei *Umbraculum*. Ihre Lage (ventral und seitlich an der Mittelrippe) ist an den mit flächenartiger Frons versehenen Sprosstheilen (in der Region der fächerförmigen Verzweigung) vollkommen deutlich. An dem unteren stielartigen Thallustheile tritt diese Lage nicht sogleich hervor, wird aber bei vergleichender Untersuchung (namentlich an der Stelle des Ueberganges des stielartigen — auf die Mittelrippe reducirten — Theiles in den flächenartig entwickelten) sofort erkannt. Für diese Pflanze nun gelang es mir, die Anlage dieser Sprosse bis auf den einzelligen Zustand zurück zu verfolgen, und es lies sich dabei ihr Verhältniss zur anderen bei dieser Pflanze vorkommenden Endverzweigung vollkommen klar stellen:

Umbraculum bildet die fächerförmig angeordneten Zweige ganz nach dem Typus der *Metzgeria* und *Aneura:* Die Segmente erscheinen in Ansicht auf ihre freie Aussenfläche in drei Zellen (eine ventrale, mediane und dorsale) zerlegt und aus der medianen Zelle ent-

[1]) Heft I, pg. 33.

steht die Astanlage. Bildet sich eine solche nicht, so wird die mediane Zelle in eine akro- und eine basiskope Hälfte getheilt, jede dieser wiederholt nun den früheren Theilungsmodus des Segmentes [1]), und es entstehen so in jeder Hälfte abermals dorsale, mediane und ventrale Zellen höheren Grades. Die Mutterzelle der ventral an der Mittelrippe stehenden Sprossanlagen stammt nun allerdings ebenfalls aus der Medianzelle ersten Grades ab, ist aber eine Tochterzelle dieser, und zwar eine (secundäre) Ventralzelle ihrer basiskopen Hälfte.

Wir können somit an diesem Objecte ganz genau den Vorgang verfolgen, wie einfach dadurch, dass die Astanlage in spätere Entwicklungsstadien des Segmentes verlegt wird, die eine Form der Endverzweigung in die andere übergeht, wobei das Bestreben hervortritt, die Sprossanlage nach der Ventralseite und von der Sprossspitze weg zu verlegen.

Ich glaube aber ferner, dass diese Art der Sprossanlage auch zur intercalaren Zweigbildung hinüber leitet: Bei den Trichomaniden [2]) werden an der Ventralseite des Sprosses an morphologisch bestimmten Stellen und sehr nahe der Spitze Sprossmutterzellen sichtbar, in welchen (freilich weiter von der Spitze entfernt), die Sprossanlagen entstehen, und ich halte es für wahrscheinlich, dass diese Form der Zweiganlage unter Beiziehung von *Umbraculum* im Sinne der obigen Erörterungen bis zum Verzweigungstypus von *Metzgeria* zurückverfolgt werden kann, und somit wohl aus der unter den Trichomaniden ja noch vorhandenen Form der Endverzweigung entstanden sein dürfte.

Halten wir an dieser Vorstellung fest, und nehmen wir also an, dass die bei *Blyttia*, *Symphyogyna* und *Umbraculum* an der ventralen Seite gebildeten Sprosse einer Auszweigungsform ihr Entstehen verdanken, welche aus der normalen Endverzweigung hervorgegangen ist, und dass in gleicher Weise die Art der Anlage der bei den Trichomaniden aus den Achseln der Amphigastria sich bildenden Sprosse als eine aus der hier noch vorhandenen Form der Endverzweigung (Verzweigung aus der ventralen Segmenthälfte) abgeleitete bezeichnet werden kann, so werden wir nothwendiger Weise zur Annahme hingedrängt, dass auch jene Formen der ventralen Sprossbildung, bei denen der Ort ihrer Anlage nicht morphologisch bestimmt zu sein scheint, wo aber die Sprosse unentbehrliche Glieder in dem Entwicklungskreise der Art darstellen, in irgend einer Weise mit der Endverzweigung zusammenhängen. Es gehören hieher die Geschlechtssprosse von *Metzgeria* und vieler akrogynen Jungermannieen (*Jungermannia, Saccogyna, Lophocolea* etc.). Auch für diese finden wir, wie ich glaube, das verbindende Glied in *Umbraculum*. Die Antheridien- und Archegonienstände sind hier verkürzte ventrale Sprossungen, die in ihrer Stellung und gewiss auch in ihrer Anlage sich von den ganz die gleichen Stellen einnehmenden vegetativen Zweigen in Nichts unterscheiden. Freilich kommt da der wesentliche Unterschied

[1]) Man vergleiche pg. 9 das diesbezüglich über Aneura Gesagte.
[2]) Heft II, pg. 30.

in Betracht, dass bei *Umbraculum* auch die Anlage der Geschlechtssprosse im Vegetationsscheitel erfolgt, während bei *Metzgeria* und den oben erwähnten Formen die später die Geschlechtssprosse bildenden Mutterzellen sich in Nichts von den umliegenden steril bleibenden Zellen unterscheiden und somit vor der Anlage der Sprosse als solche nicht zu erkennen sind. Aber es wäre denn doch möglich, dass sie schon im Axenscheitel vorgebildet werden, und dass eben ihre Fähigkeit zur Sprossbildung längere Zeit latent bliebe, wie ja die oben erwähnten Verhältnisse bei den Trichomaniden auf ähnliche Vorgänge hinweisen. Ich bin mir wohl bewusst, dass dem hier gemachten Versuche, die intercalar entstehenden Geschlechtssprosse von *Metzgeria* aus den durch Endverzweigung gebildeten abzuleiten und somit diese beiden Auszweigungsformen in genetische Beziehung zu bringen, manche Bedenken entgegen stehen. Die Mutterzellen der Geschlechtssprosse von *Metzgeria* stammen nämlich von »ersten Flächenzellen« (*Kny*) ab, während die durch Endverzweigung entstehenden Sprosse aus den »ersten Randzellen« (oder deren Nachkommenschaft) hervorgehen. Es sind also die Urmutterzellen morphologisch verschieden, und wir müssten daher weiters noch die Annahme machen, dass die Anlage der Geschlechtssprosse nicht blos in spätere Entwicklungsstadien des Segmentes [1]), sondern zugleich an eine morphologisch verschiedene Stelle desselben verlegt worden wäre. Uebrigens verliert auch diese Annahme viel von ihrer Unwahrscheinlichkeit, wenn wir bedenken, dass bei allen bilateralen Jungermannieen das Bestreben sichtlich hervortritt, die Zweiganlagen nach der ventralen Sprosshälfte zu rücken, welches Bestreben in diesem Falle seinen extremsten Ausdruck finden würde.

Es dürfte hier auch der passende Ort sein, die Entstehung der Geschlechtssprosse der Diplomitrien vergleichend zu betrachten:

Bekanntlich ist diese Formengruppe dadurch ausgezeichnet, dass hier die Frucht von einer doppelten Hülle (Involucrum und Perianthium der Autoren) umhüllt wird. Es werden hierher die Gattungen *Blyttia* (und *Mittenia*) und *Mörkia* gerechnet. Aber auch bei *Umbraculum* (und *Podomitrium*) finden wir um die Frucht eine doppelte Umhüllung und ich nehme keinen Anstand, diese beiden Gattungen den Diplomitrien anzureihen. Dass dies nicht schon geschehen, hat seinen Grund darin, dass man annahm, die Geschlechtsstände dieser beiden Gattungen seien keine selbstständigen Sprossungen, sondern entwickeln sich an der Ventralseite der Mittelrippe in gleicher Weise, wie bei *Pellia, Symphyogyna* etc. (die Archegonienstände) an ihrer Dorsalseite. Da nun aber dieselben von mir als verkürzte Seitensprosse erkannt wurden, so fällt natürlich diese Aehnlichkeit hinweg, und die Einreihung der beiden Gattungen unter die Diplomitrien erscheint natürlicher. Da fällt es nun auf, dass die Geschlechtssprosse dieser beiden Gattungen ventrale Sprossungen dar-

[1]) Welche Annahme wohl für die Erklärung des Zusammenhanges beider Sprossformen von *Umbraculum* genügt.

stellen, während wir bei *Blyttia* die Geschlechtsorgane auf verlängerten und durch Endverzweigung entstandenen Sprosstheilen finden. Diese Verschiedenheit erscheint aber minder gross, wenn wir erwägen, dass, wie ich oben für *Umbraculum* gezeigt zu haben glaube, diese beiden Verzweigungsformen genetisch zusammenhängen. Aber es wäre auch möglich, dass die Beziehungen zwischen den Geschlechtssprossen von *Umbraculum* und *Blyttia* als noch nähere sich herausstellen könnten, wenn nämlich in der Folge der Nachweis geliefert werden könnte, dass auch die Geschlechtssprosse von *Blyttia* (und vielleicht auch von *Symphyogyna)* ausschliesslich als ventrale (in diesem Falle freilich verlängerte) Sprossungen auftreten. Ich meine nämlich, dass es ganz gut möglich wäre, dass bei diesen Gattungen, so wie bei *Metzgeria* die Geschlechtsorgane nie an primären, unmittelbar aus dem Vorkeime hervorgegangenen Sprossungen, sondern immer an Axen höherer Ordnung auftreten. Es gilt dies ja auch bezüglich der Gattungen *Aneura* und *Pseudoneura,* wo aber die Geschlechtssprosse bei dem Umstande, als diese Gattungen nur eine normale Verzweigungsform zeigen, in gleicher Weise, wie alle vegetativen Auszweigungen angelegt werden. Sollte es sich nun durch die Beobachtung herausstellen, dass die Geschlechtsorgane bei *Blyttia* in gleicher Weise nur an secundären Sprossungen auftreten, und zwar nur an ventral entspringenden[1]), wie dies bei *Metzgeria* und *Umbraculum* ja in der That der Fall ist, so würde sich auch diesbezüglich die Verwandtschaft als eine viel innigere herausstellen. Dass bei *Blyttia* (und *Symphyogyna)* die Geschlechtssprosse verlängert sind, würde kaum besonders ins Gewicht fallen, da man den Uebergang von verlängerten in verkürzte Sprosse und umgekehrt häufig genug beobachtet. Sehen wir doch auch bei *Umbraculum* und *Metzgeria* ventral entstandene Sprosse verlängert und dann freilich steril bleibend. Aber für *Metzgeria* habe ich Fälle bekannt gemacht, wo auch solche verlängerte Sprosse Antheridien gebildet hatten, die dann frei auf deren Rückenseite inserirt waren. Desgleichen fand ich bei *Aneura* weibliche Sprosse, die nach Anlage der Archegonien wieder in die Länge gewachsen waren (vergl. im speciellen Theile). Die verkürzten Geschlechtssprosse sind wohl zweifellos aus ursprünglich verlängerten hervorgegangen, und es ist die Verkürzung derselben eine nothwendige Folge jener akropetalen Entwicklungsbewegung, welche die Geschlechtsorgane in der Formenreihe der Muscineen eingehalten haben, die darin besteht, dass dieselben sich der Spitze des Tragsprosses immer mehr näherten (und in vielen Fällen auch die Scheitelzelle erreichten)[2]).

Die Lage der Geschlechtsorgane am Tragsprosse, und ebenso die gegenseitige Stellung derselben, erfordert ebenfalls einige allgemeine Bemerkungen:

[1]) In vielen Fällen kann dies direct nachgewiesen werden, indem man gabelig verzweigte und Geschlechtsorgane tragende Sprosse an der Ventralseite der Mittelrippe eines Tragsprosses inserirt findet. Es wäre aber ganz gut möglich, dass alle Geschlechtssprosse in gleicher Weise sich verhielten, was sich aber natürlich nur durch Zucht der Pflanze aus der Spore feststellen liesse.

[2]) Heft II, pg. 50 et seq.

Da muss vor allem hervorgehoben werden, dass bei allen bilateralen anakrogynen Jungermannieen ausnahmslos [1]) beide Arten von Organen an der Dorsalseite des Tragsprosses auftreten. In Bezug auf die Antheridien gilt dies auch ausnahmslos für alle akrogynen Gattungen, wo dieselben nicht nur auf die seitenständigen Segmente, sondern durchaus auf deren dorsale Hälften beschränkt bleiben [2]). In Bezug auf die Archegonien finden wir nur bei *Radula* insofern noch eine Uebereinstimmung mit den anakrogynen Formen, als auch hier nie ventrale Segmente zu deren Bildung verwendet werden. Bei den übrigen akrogynen Gattungen aber kommt bei der Archegonienanlage eine Bilateralität nicht mehr zum Ausdrucke, und es bilden sich dieselben aus den Segmenten aller drei Reihen.

Es kommt nicht selten vor, dass jedes Segment nur ein Geschlechtsorgan producirt. Wir finden dies in Bezug auf die Antheridien bei *Metzgeria,* häufig bei *Aneura* und in der Regel bei den akrogynen Jungermannieen; in Bezug auf die Archegonien in gleicher Weise bei *Metzgeria* und *Aneura* und im gewissen Sinne auch bei den digynischen Jubuleen [3]). Wo nun diese Anlage in mehreren Segmenten stattfindet, da zeigen die Geschlechtsorgane in ihrer Stellung deutlich die akropetale Entstehungsfolge an. Es wird aber diese Anordnung dann undeutlich, wenn in einem Segmente mehrere Organe angelegt werden, da dadurch es geschehen kann, dass die später entstandenen eines älteren und von der Spitze entfernteren Segmentes jünger sind, als die zuerst entstandenen eines später gebildeten und somit der Spitze näheren Segmentes. Sind nun die dergestalt aus je einem Segmente entstandenen Gruppen dieser Organe als solche scharf umgrenzt und von einander getrennt, so bietet das Erkennen der Entwicklungsfolge derselben keine Schwierigkeit. So ist es z. B. der Fall, bei den in den Achseln der Blätter stehenden und durch diese von einander getrennten Antheridiengruppen von *Scapania, Plagiochila* und *Lejeunia,* während bei diesen und allen übrigen Gattungen akrogyner Jungermannieen die weiblichen Inflorescenzen Organe verschiedenen Alters scheinbar regellos durcheinander gestellt zeigen, da hier die aus den einzelnen Segmenten hervorgegangenen Gruppen nicht mehr von einander getrennt erscheinen, obwohl in den meisten Fällen im Allgemeinen die akropetale Entstehungsfolge eingehalten wird [4]). Dasselbe gilt für die weiblichen Inflorescenzen der anakrogynen Gattungen und ebenso für die Stellung der Antheridien selbst für die beblätterten Gattungen *Fossombronia* und *Androcryphia.*

---

[1]) Für die so stark verkürzten Geschlechtssprosse von *Umbraculum* konnte ich dies allerdings nicht durch direkte Beobachtung bestätigen, da mir Jugendstadien derselben nicht zugänglich waren, doch dürfte es hier wohl ähnlich, wie bei *Metzgeria* sein. Die einzige Ausnahme unter allen Jungermannieen, ja wahrscheinlich unter allen Lebermoosen, bildet das multilaterale *Haplomitrium,* wo nicht allein die Archegonien, sondern auch die Antheridien gleichmässig ringsum am Stengel (in allen 3 Segmentreihen) auftreten.

[2]) Heft II, pg. 41.

[3]) Heft II, pg. 49.

[4]) Heft II, pg. 45.

Die Entwicklungsfolge der Geschlechtsorgane des einzelnen Segmentes scheint in Bezug auf die Archegonien keine bestimmte Richtung einzuhalten. Wohl aber ist dies für die Antheridien der Fall. So zeigte ich[1]), dass bei den akrogynen Gattungen die Antheridienbildung ausnahmslos an dem ventralen Rande der dorsalen Hälfte des seitenständigen Segmentes zunächst von dessen »Halbirungswand« beginnt, und falls mehrere Antheridien gebildet werden, nach dem dorsalen Segmentrande hin fortschreitet. Um so auffallender ist es, dass bei den anakrogynen Gattungen die entgegengesetzte Richtung eingehalten wird. An männlichen Sprossen entstehen die ersten Antheridien, so weit ich es beobachten konnte, immer am dorsalen Segmentrande. So finden wir es bei *Metzgeria* und *Aneura*, so finden wir es auch an den männlichen Sprossen von *Androcryphia* und *Fossombronia*. Bei letzterer Gattung bilden sich nun meistens aus jedem Segmente mehrere Antheridien, und da folgen dieselben in der Weise auf einander, dass sie nach ihrem Alter gegen die Segmentmediane vorrücken. Sie zeigen also eine Entwicklungsrichtung, die der bei den akrogynen Gattungen herrschenden gerade entgegengesetzt ist. Ganz dasselbe gilt für *Petalophyllum*.

Es ist schwer, für diesen, wie ich glaube, nicht unwichtigen Unterschied, einen Erklärungsgrund anzugeben. Wohl dürfen wir annehmen, dass bei den hypothetischen Vorfahren unserer akrogynen Formen jene Art der Anlage und Entwicklungsfolge der Antheridien vorhanden war, wie wir sie dermalen bei den niederen Jungermannieen finden, dass also auch bei ihnen dieselben zunächst der Sprossmediane vorhanden waren. Wie es nun aber gekommen ist, dass ihre Anlagen so weit seitlich verschoben wurden, darüber wage ich kaum eine Vermuthung zu äussern, will aber doch einige Thatsachen, die vielleicht zur Erklärung herbeigezogen werden könnten, hier anführen:

Bei vielen Gattungen anakrogyner Jungermannieen, wie z. B. *Blyttia, Fossombronia, Androcryphia* finden wir öfters an demselben Sprosse beide Arten von Geschlechtsorganen. In allen diesen Fällen sehen wir nun die Vertheilung derselben in der Weise, dass die Archegonien die Mediane der Mittelrippe (respective des Stengels) einnehmen, während die Antheridien beiderseits an ihren Rand hingerückt sind. An rein männlichen Sprossen aber stehen die Antheridien auch zunächst der Mediane[2]). Es werden also durch die Anlage von Archegonien die Antheridienanlagen seitlich verschoben. Nehmen wir nun, wie es auch wahrscheinlich ist, an, dass die Diöcie unserer akrogynen Jungermannieen aus Monöcie hervorgegangen sei, und weiter, dass an diesen monöcischen Vorfahren die Anlage der Archegonien noch nicht soweit über die der Antheridien nach der Sprossspitze vorgedrungen war[3]), also mit den letzteren noch in d e m s e l b e n Segmente stattfinden konnte (wie es ja noch dermalen bei *Fossombronia* etc. der Fall ist), so mussten die Antheridienanlagen seitlich nach der Segmentmediane hinrücken. Mit der Verlegung der Archegonanlagen in

[1]) Heft II, pg. 41.

[2]) Ich habe für diese Thatsache im speciellen Theile bei *Androcryphia* eine Erklärung zu geben versucht.

[3]) Man vergl. pg. 19 und Heft II, pg. 51.

immer jüngere Segmente werden nun die früher von ihnen occupirten Plätze in den Antheridien-bildenden Segmenten frei, und es konnten nun dieselben von den Seiten aus wieder succesive in Besitz genommen werden, wo Nützlichkeitsgründe eine Vermehrung der Antheridien forderten. So könnte vielleicht das dorsipetale Vorrücken der Antheridienanlagen eines Segmentes, wie wir es bei *Scapania* etc. finden, erklärt werden.

Ob diese Deutung die richtige ist, kann dermalen noch dahingestellt bleiben, und ich will damit auch nicht die Frage ein für alle Mal erledigt haben; aber es liegt in derselben gewiss ein Erklärungsversuch, der mindestens das für sich hat, dass ein besserer bisher noch nicht gemacht wurde.

In Bezug auf die Entwicklung und den Bau der Geschlechtsorgane stimmen die anakrogynen Jungermannieen durchaus mit den akrogynen überein, und ich kann es hier um so mehr unterlassen, das schon im zweiten Hefte diesbezüglich Gesagte zu wiederholen, als ich im speciellen Theile zu wiederholten Malen darauf zurückkomme, und dort auch einige abnorme Bildungen, welche sich scheinbar nicht der allgemeinen Regel fügen, zu besprechen Gelegenheit nehmen werde.

Betreffs der Umhüllung der Geschlechtsorgane habe ich schon eingangs einige allgemeine Bemerkungen zu machen Veranlassung genommen, und es soll hier noch die Umhüllung der Archegonien vor ihrer Befruchtung und nach derselben vergleichend besprochen werden.

Für die Bezeichnung der bei den einzelnen Gattungen die Archegonien umgebenden Hüllen wurden und werden noch dermalen die verschiedensten Ausdrücke gewählt, und es werden mit den Namen: Calyx, Colesula, Involucrum, Perianthium etc. häufig die heterogensten Umhüllungen bezeichnet. Den Begriff des Perianthiums suchte nun *Gottsche*[1]) dahin festzustellen, dass er diesen Ausdruck nur für jene Hüllen angewendet wissen wollte, die sich erst nach geschehener Befruchtung entwickeln und von deren Nichtexistenz um die Zeit der Empfängniss man sich überzeugen kann. Deshalb bezeichnet er auch die das befruchtete Archegonium von *Fossombronia* umgebende Hülle als Perianthium, während er der den Archegonienstand von *Pellia* und *Symphyogyna* deckenden Thalluswucherung, die auch ohne stattgehabte Befruchtung ihre volle Ausbildung erreicht, diesen Namen nicht vindiciren will. *Hofmeister*[2]) dagegen spricht auch bei *Pellia* von einem Perianth und betont ausdrücklich, dass es in seiner Entwicklung ganz den ähnlich bezeichneten Gebilden der beblätterten Jungermannieen entspräche, namentlich dadurch, dass es später auftritt, als die ersten Anfänge der Archegonien, »es dürfe daher *Pellia* nicht zu den Gymnomitrien gerechnet werden.«

Nehmen wir vorerst die *Gottsche*'sche Erklärung für massgebend an, so müssen wir doch auch die Thalluswucherung, welche bei *Blasia* das befruchtete Archegonium (und nur dieses) einschliesst, in gewissem Sinne als Perianth bezeichnen, dagegen der den Archegon-

[1]) Ueber Haplomitrium etc. . . . l. c. pg. 333.
[2]) Vergl. Untersuchungen . . pg. 17.

stand bei *Petalophyllum* umschliessenden Hülle, die vor der Befruchtung und unabhängig von dieser sich ausbildet, die Bedeutung eines Perianths absprechen.

Nun zeigte ich aber seinerzeit[1]), dass die Entstehung (Anlage) des Perianths bei keiner von mir untersuchten foliosen (akrogynen) Jungermanniee von der Befruchtung abhängig ist, dass sich dasselbe lange vor der Oeffnung des erstgebildeten und somit ältesten Archegoniums bis zu einer gewissen Grösse entwickelt. Es ist allerdings richtig, dass es in vielen Fällen in seiner vollen Ausbildung von der Befruchtung abhängig ist und bei Ausbleiben derselben auf einer mittleren Entwicklungsstufe stehen bleibt. In anderen Fällen aber erreicht es auch unabhängig von jener seinen ausgebildeten Zustand, und ich beobachtete bei *Lophocolea, Ptilidium*, *Alicularia* vollkommen entwickelte Perianthien, ohne dass auch nur Fruchtanfänge innerhalb derselben zu beobachten gewesen wären.

Die einzigen Hüllgebilde, welche in Anlage und Entwicklung wirklich durchaus von der Befruchtung abhängig sind, die also im Sinne *Gottsche*'s als Perianthien aufzufassen wären, sind: die das einzeln befruchtete Archegon umgebende Hülle bei *Fossombronia*, ferner die das befruchtete sammt einigen unbefruchteten Archegonien einschliessende Hülle bei *Androcryphia* und endlich die Thalluswucherung bei *Blasia*, durch welche das befruchtete Archegon in das Stengelgewebe versenkt wird. Denn die Versenkung der Archegonienstände von *Monoclea* ist von der Befruchtung unabhängig und hat ihr Analogon in der Hüllenbildung von *Pellia* und *Symphyogyna* und die »innere Hülle« (Perianthium) der Diplomitrien verhält sich, wenigstens was *Blyttia* und *Mörkia* betrifft, ganz so, wie das Perianth der akrogynen Jungermannieen, wird also unabhängig von der Befruchtung angelegt und entwickelt sich, auch wenn eine solche nicht eingetreten ist, bis zu einem gewissen Grade weiter.

Wollten wir nun an der *Gottsche*'schen Definition des Perianths festhalten, so müssten wir die morphologisch so übereinstimmenden Bildungen bei *Monoclea* und *Blasia* verschieden bezeichnen. Und würde man jene Begriffsbestimmung in so weit abändern, dass man nicht blos die Anlage, sondern die Erreichung der vollen Ausbildung in Betracht zöge, dass man also jene Hüllgebilde als Perianthien bezeichnen würde, deren volle Entwicklung von der Befruchtung abhängig ist, so müssten die Hüllen von *Fossombronia* und *Androcryphia*, ebenso wie die innere Hülle der Diplomitrien und die Perianthien der akrogynen Jungermannieen — also morphologisch ganz verschiedene Gebilde mit demselben Ausdruck (nach *Gottsche* als Perianthien) bezeichnet werden.

Eine solche Abgrenzung wäre aber, wie ich glaube, nicht natürlich: Die Fruchtbildung der Phanerogamen kann im Allgemeinen gewiss als ein von der Befruchtung abhängiger Entwicklungsvorgang bezeichnet werden. Aber doch finden wir nicht wenig Beispiele, wo derselbe (ich denke nicht an Parthenogenesis) unabhängig von der Befruchtung und vor dieser beginnt, und bis zu einem gewissen Grade fortschreitet. So wie in diesen Fällen

[1]) Heft II, pg. 47.

sollen wir auch bei den Hüllen der Jungermannieen nur die morphologische Gleich- oder Ungleichwerthigkeit der zu deren Bildung verwendeten Theile berücksichtigen und die Zeit ihres Sichtbarwerdens als Unterscheidungsmerkmal nicht gelten lassen.

Es wäre wohl am besten, wenn man den Ausdruck »Perianthium« nur für die Hüllen der akrogynen Jungermannieen anwenden würde, für jene Bildungen also, die einer Blattmetamorphose ihr Entstehen verdanken[1]), während alle übrigen ähnlichen Gebilde, deren Anlage und Entwicklung sich durchaus unabhängig von Blättern vollzieht, als »Hüllen« (involucra) bezeichnet werden könnten. Es würde dieser Ausdruck also für alle die Archegonien umhüllenden Gebilde der anakrogynen Jungermannieen Anwendung finden können, mögen sich dieselben nun unabhängig von der Fruchtbildung entwickeln, oder durch diese beeinflusst sein, oder möge schon ihre Anlage durch die Befruchtung bedingt werden. Denn ich erwähnte schon eingangs und werde es im speciellen Theile bei den einzelnen Gattungen nachweisen, dass auch bei jenen anakrogynen Jungermannieen, bei denen, wie bei *Fossombronia, Androcryphia, Petalophyllum, Blasia* unzweifelhaft Blätter entwickelt werden, dieselben nie bei der Hüllenbildung Verwendung finden, und dass diese immer einer Wucherung des Thallusgewebes ihr Entstehen verdankt. Bei den Diplomitrien könnten wir, wie es auch schon von Anderen geschehen ist, zwischen äusserer und innerer Hülle unterscheiden. *Fossombronia* aber hätte eine einfache Hülle, denn die an der Aussenfläche derselben vorspringenden flügelartigen Leisten, die als das mit dem »perianthium« verwachsene »involucrum« gedeutet wurden, sind secundäre Wucherungen, die ebensowenig selbstständiger Natur sind, als die ähnlichen Bildungen an der Archegonienhülle von *Petalophyllum* und *Symphyogyna* oder an der äusseren Hülle (dem »involucrum« der Autoren) bei *Blyttia* und *Podomitrium*, wo man sonst in consequenter Weise von drei Hüllen sprechen müsste.

Bei allen anakrogynen Jungermannieen sind die Archegonien bis zur Zeit ihrer Empfängnissreife in irgend einer Weise gegen äussere störende Einflüsse geschützt:

Bei *Metzgeria, Aneura, Pseudoneura,* wo die weiblichen Sprosse sehr verkürzt sind, sind diese in ihrer Gänze zu Hüllen metamorphosirt, und ebenso lassen sich die äusseren Hüllen von *Umbraculum* und *Podomitrium* auffassen.

Stehen nun die Geschlechtsorgane an verlängerten und der Blattbildung durchaus entbehrenden Axen (Thallomen), so sehen wir Theile des die Geschlechtsorgane umgebenden Thallusgewebes zu gleichem Zwecke sich ausbilden. So ist es bei *Symphyogyna, Pellia, Blyttia, Mörkia* und *Mittenia,* wo der Schutz durch Ausbildung von ringsum über die Sprossoberfläche sich erhebenden Hüllen geschieht, so ist es auch bei *Monoclea,* und nur mit dem Unterschiede, dass die einseitig ausgebildete Hülle[2]) in der Sprossoberfläche bleibt, wodurch der Archegonienstand gewissermassen in das Thallusgewebe versenkt wird.

[1]) Ich habe dies seinerzeit nachzuweisen versucht. Heft II, pg. 50.

[2]) Einen Uebergang zu dieser Bildung sehen wir bei *Pellia epiphylla*, wo die Hülle ja in gleicher Weise vorne nicht zusammenschliesst.

Sind nun aber die Archegonien bis zur Zeit ihrer Empfängnissreife durch Blätter geschützt (in dem spitzenständigen Blätterschopf verborgen), so übernehmen diese, ohne irgend welche Veränderungen und Umbildungen zu erleiden, die Function von Schutzorganen, wodurch dann andere diesbezügliche Bildungen überflüssig sind und auch nicht entwickelt werden. So ist es bei *Fossombronia, Androcryphia, Blasia* und *Haplomitrium*[1]).

Die Veränderungen nun, welche zum Beginne der Fruchtbildung und während derselben sich am befruchteten Archegon und um dasselbe vollziehen, können wieder vom zweifachen Gesichtspunkte betrachtet werden: Es handelt sich vorerst, für die sich entwickelnde Fruchtanlage Platz zu schaffen, was durch Vergrösserung des Archegonbauches (zu welchem noch öfters die Wucherung des Gewebes an seiner Basis tritt) geschieht, und anderseits soll auch das befruchtete Organ als solches während der ersten Stadien seiner Umbildung geschützt werden. Kann nun dieser Schutz durch die schon zur Blüthezeit (Zeit der Empfängnissreife) vorhandenen Hüllen geleistet werden, so treten keine Neubildungen ein. So finden wir es bei *Metzgeria, Aneura* und *Pseudoneura,* wo dadurch, dass eine Streckung und überhaupt ein weiteres Wachsthum des Geschlechtssprosses nicht eintritt, der Archegonstand auch weiter noch und bis zur Erstarkung der Kalyptra ganz in der durch jenen gebildeten Hülle eingeschlossen erscheint.

Bei *Symphyogyna, Pellia* und *Monoclea* umschliessen die schon zur Blüthezeit vorhandenen Hüllgebilde auch das in Fruchtbildung begriffene Archegon und auch hier beziehen sich alle an und um dasselbe eintretenden Veränderungen nur auf die Ausbildung der Kalyptra. Auch bei den Diplomitrien wird bei der Fruchtbildung keine neue Hülle geschaffen, wohl aber die schon zur Blüthezeit angelegte innere Hülle vergrössert[2]).

Ganz anders ist es bei den Gattungen *Fossombronia, Androcryphia* und *Blasia:* Hier treten die Archegonien nach ihrer Empfängnissreife aus dem spitzenständigen Blätterschopfe hervor und frei an die Rückenfläche des Stengels. Diese Lage zeigen auch die unbefruchteten Archegonien. Wo aber eine Befruchtung stattgefunden hat, da tritt nun ein neues zur Zeit der Blüthe auch der Anlage nach noch nicht vorhandenes Hüllgebilde auf, dass bei *Fossombronia* das einzelne befruchtete Archegon umhüllt, bei *Androcryphia* aber dieses nebst einigen benachbarten unbefruchteten einschliesst. Bei *Blasia* bedingt eine eigenartige Thalluswucherung, dass das befruchtete Archegon in das Sprossgewebe

---

[1]) Eine scheinbare Ausnahme macht nur *Petalophylum*, wo trotz des Vorhandenseins von Blättern, deren Anlage der bei *Fossombronia* entspricht, nichts destoweniger vom Stengelgewebe unmittelbar eine Hülle erzeugt wird. Ich habe aber schon eingangs die eigenthümliche thallomartige Ausbildung des Stengels erwähnt, wodurch die an dessen Dorsalseite als Lamellen verlaufenden Blätter ungeeignet werden, als Schutzorgane zu fungiren; daher hier solche selbstständig vom Stengel gebildet werden.

[2]) Für *Blyttia* ist dies zweifellos; bei *Umbraculum* hatte ich nicht Gelegenheit, diesbezügliche Untersuchungen anzustellen, doch dürfte wohl auch hier die innere Hülle schon vor der Fruchtbildung angelegt werden. Es verhält sich überhaupt diese innere Hülle der Diplomitrien in Bezug auf Anlage und Abhängigkeit ihrer Entwicklung von der Fruchtbildung, wie das Perianthium der akrogynen Jungermannieen.

versenkt wird, ein Vorgang, der zur Hüllenbildung von *Fossombronia* ganz ähnlich sich verhält, wie die Einschliessung des Archegonienstandes bei *Monoclea* zur Umhüllung desselben bei *Pellia* und *Symphyogyna* [1]).

Bezüglich der Entwicklung der Calyptra lässt sich wenig allgemeines sagen. In den seltensten Fällen geht sie ausschliesslich nur aus dem Archegoniumbauche hervor *(Fossombronia)*, während in den meisten Fällen das die Insertionsstelle zunächst umgebende Sprossgewebe an ihrer Bildung Antheil nimmt. Das wird einmal unzweifelhaft überall dort der Fall sein, wo Organe, die früher an der Fronsfläche inserirt waren, später an der Kalyptra erscheinen, und wir können aus der Höhe, bis zu welcher diese Organe an derselben hinaufgerückt erscheinen, den Antheil ermessen, den das Gewebe der Frons an der Bildung der Kalyptra genommen hat. So finden wir bei *Androcryphia* trotz der sehr zarten (einschichtigen?) Kalyptra die abgestorbenen Archegonien bis an deren Scheitel hin, bei *Pellia* gehen sie an der massigen Kalyptra jedoch kaum bis zur Mitte, während sie bei der nahe verwandten *Symphyogyna* oft bis an den Scheitel hinaufreichen. Bei *Blyttia* und *Mörkia* fehlen die abgestorbenen Archegonien an der Kalyptra fast ausnahmslos [2]) bei der so nahe verwandten *Mittenia* aber sollen sie nach *Gottsche* [3]) bis über die Mitte derselben sich vorfinden. Wir sehen daraus, dass in diesen Verhältnissen ein systematisch zu verwendendes Merkmal nicht gelegen ist, und es ist zweifellos, dass sich dieselbe Art diesbezüglich verschieden verhalten kann [4]).

Die Embryoentwicklung der Jungermannieen war in letzter Zeit zu wiederholten Malen Gegenstand vergleichender Betrachtungen, indem man einerseits versuchte, die scheinbar differenten Vorgänge gegenüber anderen Lebermoosen von einem einheitlichen Gesichtspunkte zu betrachten, anderseits in den Embryonalstadien der Lebermoose nach Anknüpfungspunkten für die Laubmoose und für die Gefässpflanzen sich umsah.

---

[1]) Die Umhüllung des befruchteten Archegons, das freie Hervortreten der unbefruchteten auf die Dorsalfläche des Sprosses, und deren Vertheilung über die ganze Sprosslänge sind charakteristische Eigenschaften, welche mich bestimmen könnten, die Gattung *Blasia* lieber den Codonieen einzureihen. Anderseits würde die Gattung *Petalophyllum* dadurch, dass die Hülle schon vor der Befruchtung vorhanden ist, eine Verwandtschaft zu den Haplolaenen verrathen. Doch muss sie wohl bei den Codonieen belassen werden, mit welchen sie in der Kapselbildung *(Fossombronia)* und ebenso in der Blattbildung übereinstimmt.

[2]) Bei *Mörkia* findet man dieselben hie und da selbst an der innern Hülle (an deren Innenfläche) emporgehoben.

[3]) Ann. des sc. nat. T. I, 1864, pg. 179.

[4]) So finden wir bei *Haplomitrium* die Calyptra häufig durchaus frei von Archegonien; ein andermal findet man dieselben bis zu ihrer halben Höhe hinauf. Hier ist es nur davon abhängig, ob steril gebliebene Archegonien an der Basis des befruchteten vorhanden waren, oder nicht. Denn dass an der Bildung der Kalyptra immer auch der Stengel Antheil nimmt, sehen wir daraus, dass wir an derselben (freilich nahe ihrem Grunde) immer auch jüngere Blätter und öfter selbst den Scheitel emporgehoben finden.

Den extremsten Fall der Betheiligung des Stengelgewebes bei der Bildung der Calyptra bietet uns unzweifelhaft *Trichocolea*, wo sie in ihrer Gänze aus demselben hervorgeht. (Vergl. Heft II, pg. 62.)

Ich kann es mir versagen, an dieser Stelle, wo es sich um Hervorhebung allgemeiner Gesichtspunkte handelt, auf die Details der Zelltheilungen näher einzugehen. Es sind dieselben durch *Kienitz-Gerloff* und durch mich für viele Gattungen angegeben worden, und ich habe im speciellen Theile an der betreffende Stelle wohl zu wiederholten Malen noch Gelegenheit, darauf zurückzukommen.

Die anakrogynen Jungermannieen stimmen mit den akrogynen [1]) in so weit durchaus überein, als das Sporogon (Seta und Kapsel) nur aus der oberen dem Archegonhalse näheren Hälfte des einmal quergetheilten Embryo ausgebildet wird. Die in dieser oberen Zelle auftretenden Theilungen führen zu dem Resultate, dass eine Anzahl von Querscheiben aus je 4 quadrantisch gelegenen Zellen gebildet wird, welche am Scheitel durch 4 in die Form von Kugeloctanten zeigende Zellen gedeckt werden. Diese 4 Zellreihen lassen sich, wenigstens im oberen Theile der Fruchtanlage auf 2 Längshälften zurückführen, welche schon in den frühesten Embryonalstadien durch eine (erste) Längswand angelegt werden.

Sind nun diese beiden Längshälften gleich stark entwickelt, theilen sie sich also zu gleichen Theilen in den Scheitel des Embryo, so werden sie, wenn in den Deckelzellen durch Differenzirung von Innen- und Aussenzellen die Sonderung in Kapselwand und Sporenraum eingeleitet wird, bei dieser Differenzirung auch in gleichem Masse betheiligt sein, d. h. sie werden an der Bildung der Kapsel einen gleich grossen Antheil nehmen. Diese Differenzirung tritt nun in der Regel in den ersten Jugendstadien der Fruchtanlage ein, und es ist mit dem Eintreten derselben in jedem Falle dem Spitzenwachsthume derselben ein Ziel gesetzt. Nun kommt es bei den akrogynen Jungermannieen nicht selten vor, dass der Embryo vor Anlage der Kapsel länger dauerndes Spitzenwachsthum zeigt. Es theilen sich nämlich die am Scheitel gelegenen Deckelzellen mehrere Male durch Querwände, und es wird somit die Zahl der Stockwerke auch durch Spitzenwachsthum (und nicht blos durch intercalares) vermehrt, wobei zugleich mehrere der so gebildeten Querscheiben (nebst den 4 Scheitelzellen) in die Kapselbildung eintreten [2]). Sind in solchen Fällen die beiden Längshälften gleich gross, liegt also die Längswand, welche ihre Anlage einleitete, in der Wachsthumsaxe, so wird auch in diesem Falle der Embryo bis an seinen Scheitel hin aus beiden Längshälften zu gleichen Theilen bestehen, und es werden diese, wenn endlich die Kapselbildung und somit die Differenzirung in Kapselwand und Sporenraum stattfindet, zu gleichen Theilen dabei betheiligt sein.

Nun kommt es aber, seltener bei akrogynen, häufiger bei anakrogynen Jungermannieen, vor, dass die erste Längswand gegen die Längsaxe des Embryo geneigt ist, und dass dessen Scheitel somit zum überwiegenden Theile von nur zwei Deckelzellen (einer Längshälfte entsprechend) eingenommen wird. Ich habe solche Fälle schon für *Blasia* [3]) bekannt

[1]) Heft II, pg. 53.
[2]) Heft II, pg. 58 und 59.
[3]) Heft I, pg. 49.

gemacht, und ich beobachtete sie ferner bei *Pellia, Fossombronia, Haplomitrium* und namentlich häufig bei *Symphyogyna,* und *Kienitz-Gerloff* hat für die übrigen Lebermoose zahlreiche Beispiele beigebracht. Findet nun in solchen Fällen nur geringes Spitzenwachsthum statt, und wird somit die Kapsel (und ihre Theile) schon sehr früh angelegt, so betheiligen sich noch immer alle 4 am Scheitel gelegenen Zellen an der Bildung derselben, wenn auch ihr Antheil nicht mehr gleich gross ist. Findet nun aber in solchen Fällen, namentlich bei starker Neigung der ersten Längswand ein länger dauerndes Spitzenwachsthum statt und wird somit die Kapsel mit ihren Theilen erst später angelegt, so befindet sich um diese Zeit am Scheitel nur mehr die Nachkommenschaft der einen Längshälfte, und die Kapsel geht nur mehr aus dieser hervor, während der durch die erste Längswand abgeschnittene kleinere (kürzere) Theil nur in die Bildung des Sporogonstieles (eventuell nur des Fusses) eintritt. So nun ist es bei *Symphyogyna* der Fall; die Kapsel entwickelt sich also nur aus einer Längshälfte des Embryo, und es kann diese als die fertile, jene als die sterile Hälfte bezeichnet werden.

Es lässt sich nun, wie zuerst *Kienitz-Gerloff* [1]) gezeigt hat, diese Betrachtungsweise auch auf die Embryoentwickelung der Laubmoose anwenden, wo ja in gleicher Weise die geneigte Lage der ersten Längswand es mit sich bringt, dass der grösste Theil des Sporogons (Kapsel und ein grosser Theil der Seta) aus der einen Embryohälfte hervorgeht.

Ich habe an einem anderen Orte [2]) versucht, diese Thatsache bei der Deutung der bis nun bekannt gewordenen Fälle von Sporogonverzweigung zu verwerthen. — Ich habe dort, wie ich glaube, den unbestreitbaren Nachweis geliefert, dass alle verzweigten Sporogone der Laubmoose, die bis jetzt beobachtet wurden, einer Endverzweigung ihre Entstehung verdanken, die in einem Stadium angelegt wurde, wo der Embryo mit zweischneidiger Scheitelzelle in die Länge wuchs, wo er also seine sterile Hälfte schon abgeschieden hatte. Es bildete sich also in allen diesen Fällen die Auszweigung aus der fertilen Embryohälfte und die entstandenen Zweige erscheinen in gleicher Weise fertil (d. h. als Kapseln oder Kapseltheile). Nehmen wir aber an, dass schon mit dem Auftreten der ersten (schiefen) Längswand die Anlage zur Verzweigung gegeben sei, dass also der eine Zweig sich aus der fertilen, der andere aus der sterilen Hälfte entwickeln würde, so würden wir es begreiflich finden, wenn nur jener zu einem Sporogon sich ausbilden, dieser aber zu einem sterilen Fortsatz auswachsen würde. Wenn auch solche Bildungen bis jetzt nicht beobachtet wurden, so ist es immerhin möglich, dass sie einmal aufgefunden werden könnten.

Bei den Lebermoosen betheiligen sich in der Regel, wie oben erwähnt, beide Längshälften des Embryo an der Kapselbildung, und es wird eine durch die erste Längswand eingeleitete Gabelung zur Bildung fertiler Zweige führen. Wenn nun aber, wie bei *Sym-*

[1]) Sitz.-Ber. d. Ges. nat. Freunde zu Berlin, 21. März 1876.
[2]) Ueber verzweigte Moossporogonien in Mittheilungen d. nat. Ver. f. Steiermark. 1876.

phyogyna, die erste Längswand so schief gestellt ist, dass dadurch der obere Theil der Fruchtanlage in einen constant steril bleibenden und einen fertilen gesondert wird, und wenn nun in gleicher Weise, wie es oben für die Laubmoose angenommen wurde, mit dieser Längswand auch die Gabelung eingeleitet wird, so werden wir es auch hier erklärlich finden, dass die eine Hälfte sich nur zu einem sterilen Fortsatze entwickeln kann, und dass nur aus der anderen ein Sporogon (Kapsel) gebildet wird. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, ist der abnorme in Fig. 8 der Taf. V abgebildete Embryo von erhöhtem Interesse: Wir sehen den oberen Theil des Embryo in zwei Fortsätze ausgezogen und nach der ganzen Lage derselben gegen einander und gegen das gemeinsame Fussstück ist kaum eine andere Deutung denkbar, als dass hier die Anlage zur Verzweigung durch die erste Längswand gegeben war. Nun sehen wir aber weiter, dass die beiden Zweige in ihrem Wachsthume sich wesentlich verschieden verhielten: der rechts liegende kürzere Zweig könnte nach der Gruppirung seiner Zellen und nach seiner Form ganz gut als ein in der Anlage begriffenes Sporogon gedeutet werden, während der links liegende nach Form und Art der Zellengruppirung von den normal sich entwickelnden Embryonen von *Symphyogyna* durchaus verschieden ist, und vielleicht als steriler Fortsatz gedeutet werden könnte.

Eine ähnliche Deutung, wie bezüglich dieses Symphyogyna-Embryo habe ich nun auch für einen an oben bezogener Stelle abgebildeten Embryo von *Pellia* zu geben versucht.

Fassen wir nun das hier über die Entwicklung der Fruchtanlage bei Muscineen Gesagte nochmals kurz zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

Der Anlage der Kapsel geht in allen Fällen eine Längstheilung der oberen Embryohälfte voraus, und es können die so gebildeten Stücke entweder gleich hoch sein und somit zu gleichen Theilen den Scheitel der Fruchtanlage einnehmen, oder es kann bei ungleicher Höhe derselben das Eine ganz oder zum grössten Theile vom Scheitel abgerückt erscheinen. Zeigt nun der Embryo n a c h Anlage dieser Längstheilung kein weiteres Scheitelwachsthum (oder nur ein sehr unbedeutendes), und vollzieht sich somit sehr bald die Kapselanlage, so treten noch in jedem Falle beide Theile in die Kapselbildung ein. Findet aber im Embryo n a c h der Längstheilung noch länger dauerndes Scheitelwachsthum statt und geschieht die Kapselanlage erst nach dem Aufhören oder in den letzten Stadien desselben, so können zwei Fälle eintreten: Waren die beiden Längstheile in Folge ihrer gleichen Ausbildung (gleichen Höhe) zu gleichen Theilen am Scheitel vertreten, so betheiligen sie sich auch in gleichem Masse am Scheitelwachsthume und an der Anlage der Kapsel; war aber der Scheitel ganz oder zum grössten Theil nur von dem e i n e n Längsstücke eingenommen, so wird das kürzere, in dem Masse, als das Längenwachsthum vorschreitet, immer weiter vom Scheitel abgerückt erscheinen, und kann eventuell bei der späteren Kapselanlage keine Verwendung finden (Symphyogyna, Laubmoose). Es hat sich in diesen Fällen die obere Embryohälfte in ein fertiles und ein steriles Stück geschieden. — Der Embryo

der Muscineen kann sich ferner (in abnormen Fällen) verzweigen, und es kann die Auszweigung in verschiedenen Entwicklungsstadien eintreten. Fällt nun die Anlage zur Verzweigung mit der Differenzirung der beiden Längsstücke zusammen, und verhalten sich diese functionell verschieden (das Eine steril, das Andere fertil), so werden wir es erklärlich finden, wenn in der Ausbildung der Zweige dieses verschiedene Verhalten zum Ausdrucke gelangt, und der eine als steriler, der andere als fertiler Fortsatz sich ausbildet. —

Die Spaltung der entwicklungsfähigen Hälfte des Moosembryo in einen sterilen und einen fertilen Theil, und die selbstständige Entwicklung beider war die hypothetische Voraussetzung, die seinerzeit *Prantl*[1]) machte, um sich von dem Zusammenhange der Gefässkryptogamen und Muscineen eine Vorstellung zu bilden. Dass solche Versuche, den genetischen Zusammenhang zweier wie es doch wohl kaum bezweifelt werden kann, homologer Generationen aufzufinden, ihre Berechtigung haben, wird wohl Niemand leugnen, der dem Forscher das Recht zuerkennt, über die Constatirung der einzelnen Thatsachen hinauszugehen, dieselben zu deuten und in Zusammenhang zu bringen. Aber Aufgabe der weiteren Forschung ist es, solche Vorstellungen auf den höheren oder geringeren Grad ihrer Wahrscheinlichkeit zu prüfen; sei es, dass nun aufgefundene Thatsachen sich denselben anpassen, oder ihnen widersprechen. In diesem Sinne nun möchte ich die vorstehenden Erörterungen aufgefasst wissen, in denen ich, wie ich glaube, nicht unwichtige Thatsachen beigebracht habe, welche geeignet sein können, der Prantl'sche Hypothese als Stütze zu dienen.

In Beziehung auf die Vertheilung und Anordnung der Sporenmutterzellen und Elateren stimmen alle Jungermannieen in so weit überein, als erstere in Längsreihen geordnet erscheinen, deren Verlauf mit der Richtung, in welcher die Elateren verlaufen, überstimmt. Dies berechtigt uns anzunehmen, dass die Sporenmutterzellen einer weitergehenden Quertheilung von Zellen ihre Entstehung verdanken, während andere gleicher Generation, ohne sich durch Quertheilungen zu fächern, einfach in die Länge wachsend, zu Elateren sich umbilden.

Für manche Fälle lässt sich diese Art der Bildung direct nachweisen: So weiss man für *Frullania* und *Lejeunia*, dass der Sporenraum in einem gewissen Entwickelungsstadium aus einer Schicht von in der Richtung der Längsaxe des Sporogons verlängerten Zellen besteht, von denen ein Theil sich direct zu Elateren umbildet, während ein anderer Theil durch Quertheilung die Reihen von Sporenmutterzellen bildet[2]). Ebenso habe ich für *Blasia*[3]) gezeigt, dass die Differenzirung in Schleuder- und Sporenbildende Zellen mit der Differenzirung der Grossmutterzellen geschieht, durch deren Zweitheilung die Sporenmutterzellen gebildet werden, während jene ungetheilt bleiben und zu Elateren sich ausbilden.

---

[1]) Untersuchungen zur Morphologie d. Gefässcryptogamen, Heft I, pg. 63.
[2]) Heft II, Taf. I. Fig. 14.
[3]) Heft I, pg. 50.

Nun sind aber die Richtungen, in welchen diese Zellenzüge verlaufen, nicht bei allen Jungermannieen gleich: Bei der oben erwähnten *Frullania* und *Lejeunia* verlaufen sie parallel der Längsaxe des Sporogons, und in gleicher Weise ist es der Fall bei *Symphyogyna, Umbraculum* etc. Bei *Pellia* dagegen strahlen sie garbenförmig vom Grunde der Kapsel aus [1]), bei *Metzgeria, Aneura* divergiren sie vom Scheitel derselben, während sie wieder bei *Jungermannia* und *Lepidozia* wenigstens anfangs quer gestellt sind [2]). Man war geneigt, diesen verschiedenen Verlauf mit der Richtung, in welcher die ersten Theilungen im Sporenraume stattfinden, in Beziehung zu bringen, so dass schon durch diese die künftige Anordnung der Elemente des Sporenraumes gegeben wäre. Für manche Fälle ist dies auch unzweifelhaft richtig und es wäre diesbezüglich nur auf *Frullania* hinzuweisen. Aber ich zeigte schon für *Lepidozia,* dass der Verlauf der ersten Theilungen im Sporenraume ein querer ist, während später Elateren und Sporenmutterzellen eine fast strahlige Anordnung erkennen lassen. Ebenso unterscheidet sich die Anordnung der Zellen in jungen Sporogonen von *Pellia* in Nichts von der von *Blasia, Mörkia,* ja stimmt für die ersten Stadien selbst mit *Metzgeria* und *Aneura* überein. Ich halte daher die endliche Anordnung vielmehr für die Folge des ungleichen Verhaltens der Sporogone in Bezug auf ihr Gesammtwachsthum in bestimmten Richtungen: So erscheinen bei *Pellia* die Zellen des Sporenraumes vor dem Sichtbarwerden der Sporenmutterzellen in der Richtung der Sporogonaxe gestreckt. Da nun in der unteren Kapselhälfte die axile Zellenparthie nur Elateren bildet, während in der oberen Hälfte aus ihr auch Sporenmutterzellen hervorgehen, so muss hier in Folge der starken Volumvergrösserung der letzteren offenbar ein stärkeres Breitenwachsthum sich geltend machen und die bekannte strahlige (garbenförmige) Anordnung ist die unmittelbare Folge. Bei *Metzgeria* dagegen bleibt eine am Scheitel gelegene und der Kapselwand angrenzende Zellgruppe, ohne sich zu Elateren oder Sporenmutterzellen umzubilden, im Wachsthume zurück und das Breitenwachsthum wird daher in der unteren Kapselhälfte überwiegen. Dazu kommt hier noch der Umstand, dass der Sporenraum bald nach seiner Anlage fast breiter ist, als hoch, während an der entwickelten Kapsel die Längendimension vorherrscht, welche Gestaltveränderung offenbar wieder verändernd auf den Verlauf der Zellenzüge wird einwirken müssen.

Ich muss es mir versagen, an dieser Stelle in gleicher Weise auch die Keimung der Sporen vergleichend zu besprechen, da bis jetzt nur sehr wenig Gattungen diesbezüglich untersucht sind, und gerade von den interessantesten, den Codonieen, noch gar keine Beobachtungen vorliegen und auch ich nur *Fossombronia* und auch nur die ersten Keimungsstadien studiren konnte. Namentlich wäre die Kenntniss der Keimung von *Petalophyllum* in hohem Grade interessant, und es wäre sehr zu wünschen, wenn Beobachter, welche über frisches Material

[1]) wobei, wie bekannt, im unteren Theile und in der Axe der Kapsel nur Elateren auftreten.

[2]) Heft II, pg. 56 und Taf. V, Fig. 11.

verfügen, sich mit diesem Gegenstande beschäftigen würden. Ich will mich hier darauf beschränken, die auffallend grossen und wie bekannt vielzelligen Sporen von *Pellia* eingehender zu besprechen:

Es ist bekannt, dass bei der Keimung dieser Sporen eine den ellipsoidischen Zellkörper nach einer Seite hin begrenzende Zelle zum ersten Rhizoid auswächst, und dass die Entwicklung des Pflänzchens am anderen Sporenende eintritt. Es betheiligen sich dabei nur die an der Spitze gelegenen Zellen, während der grösste Theil des Sporenkörpers unverändert bleibt, und auch in späteren Stadien am Grunde des Keimpflänzchens in Form einer knolligen Anschwellung mehr weniger deutlich erkennbar ist.

Was ist nun die Bedeutung dieses der Spore entsprechenden Zellkörpers und wie haben wir daher die vielzellige Spore von *Pellia* zu deuten? Sehen wir uns vorerst nach Analogien um. Wir finden eine solche unter den Marchantiaceen und zwar bei *Fegatella:* In jungen Kapseln finden wir die schon isolirten, mit deutlichen und gekörnten Exospor versehenen Sporen noch tetraëdrisch, wie sie bei andern Marchantiaceen noch nach dem Verstäuben sich zeigen. Die sphärische Fläche ist mit stärkeren Verdickungswarzen besetzt, die 3 ebenen Flächen aber erscheinen nur fein granulirt. In späteren Stadien der Kapselentwicklung sind die Sporen noch etwas herangewachsen, chlorophyllhaltig und kugelig geworden, und die drei ursprünglich ebenen Flächen lassen sich nur mehr an der viel zarteren Verdickung wie an dem Mangel der grösseren Warzen erkennen. In diesem Stadium der Entwicklung befinden sich einzelne Sporen auch noch zur Zeit der Kapselreife; der grösste Theil der verstäubenden Sporen aber stellt einen Zellkörper dar, der aus cubischen Zellen zusammengesetzt ist. Es haben also in der Spore schon innerhalb des Sporogons Theilungen stattgefunden und es ist wohl zu beachten, dass diese Theilungsvorgänge vollkommen denen entsprechen, die wir an allen Sporen, wenige Tage nach ihrer Aussaat beobachten. Ist nun die Spore — ob noch innerhalb der Kapsel oder erst nach erfolgter Aussaat — in der Weise zu einem Zellkörper geworden, so sehen wir nun nach wenigen (4—5) Tagen mehrere der oberflächlich gelegenen Zellen zu Rhizoiden auswachsen, während an dem oberen Ende der Spore ein lebhaft grüner Zellhöcker hervortritt. Es ist ganz leicht nachzuweisen, dass dieser Zellhöcker durch Auswachsen des einen Kugeloctanten, in welche die noch einzellige Spore ursprünglich zerfiel — entstanden ist, und dass die Zellen der abgekehrten Sporenhälfte sich weder vergrössert noch getheilt haben. Auch hier stehen diese zapfenartigen Fortsetzungen der Spore aufrecht und auch hier neigen sich erst deren weiterwachsende Scheitel gegen das Substrat oder wahrscheinlicher in gleicher Weise wie bei andern Marchantiaceen gegen das Licht, indem sich zugleich an der beleuchteten Seite die Spaltöffnungen bilden. Es ist unzweifelhaft dieser ganze Keimungsvorgang dem der Pellien analog und wir haben nur den einen Unterschied, dass bei *Pellia* die Zelltheilung in der Spore ausnahmslos schon innerhalb der Kapsel beginnt, bei *Fegatella* aber ausnahmsweise auch erst nach erfolgter Aussaat eingeleitet werden kann.

Ganz ähnlich gestalten sich die Vorgänge bei der Keimung von *Radula* und *Frullania:* Bei ersterer Pflanze bildet sich bei der Keimung der (einzelligen) Spore ein kuchenförmiger Gewebekörper, dessen Bildung wieder durch Quadrantentheilung eingeleitet wird. Schon *Hofmeister*[1]) betont, dass sich bei Bildung desselben keine bevorzugte Wachsthumsrichtung und keine Scheitelzelle bemerkbar mache, und dass sich erst später am Rande desselben das Keimpflänzchen bilde, und ich habe seinerzeit gezeigt[2]), dass sich seine Anlage auf eine Randzelle zurückführen lasse.

Auch die Sporen von *Frullania* sind im Beginne der Keimung einzellig. Ganz in gleicher Weise wie bei *Fegatella* bildet sich zuerst ein aus acht Kugeloctanten aufgebauter Zellkörper, der später seine Zellen gleichmässig nach allen Richtungen vermehrt. Sämmtliche Zellen haben auch hier cubische Form. Nun wächst eine (wie ich glaube, immer einer Octantenwand zunächst gelegene) Zelle zu einem Rhizoid aus, und im diametral gegenüberliegenden Octanten beobachten wir nun die Anlage des Keimpflänzchens[3]).

Wenn wir nun alle diese Thatsachen mit einander vergleichen, so kann man wohl nicht mehr zweifelhaft sein, die bei Keimung der einzelligen Sporen von *Radula, Frullania* und *Fegatella* sich bildenden Zellkörper den mehrzelligen Sporen von *Pellia* für analog zu erklären und zu sagen, dass die Sporen letzterer Pflanze (und theilweise auch die von *Fegatella*) schon innerhalb des Sporogons Entwickelungsvorgänge durchmachen, welche an Sporen anderer Pflanzen erst ausserhalb desselben und im Beginne der Keimung in die Erscheinung treten. Nun ist es gewiss gerechtfertigt, diese im Beginne der Keimung sich bildenden Zellkörper, die bei *Frullania* und *Radula* als Thallome von den später sich bildenden beblätterten Pflänzchen soweit verschieden sind, als eine Vorkeimbildung aufzufassen, die von dem späteren Stadium des Pflänzchens sich nicht weniger abhebt, als das Protonema der Laubmoose von dem sich später an ihm bildenden beblätterten Stämmchen. Sind wir aber berechtigt, bei *Radula* und *Frullania* diese beiden Entwicklungsstadien auseinander zu halten, so gilt dies in ganz gleicher Weise für die anderen hier angeführten Arten. Dass die Grenze zwischen beiden Stadien nicht so scharf erkannt werden kann, hat theilweise seinen Grund darin, dass eben das zweite Entwicklungsstadium aus dem Thallomzustande nicht heraustritt, vielleicht aber auch nur in der noch unvollkommenen Beobachtung, und es wäre immerhin möglich, dass es uns einmal bei genauerer Kenntniss der Theilungsvorgänge gelingen könnte, auch für diese Pflanzen diesbezüglich eine scharfe Grenze aufzufinden.

---

[1]) l. c. pg. 29.

[2]) Untersuchungen etc. Heft II, pg. 64.

[3]) *Hofmeister* (Vergl. Unters. pg. 27) schildert die Vorgänge wesentlich anders.

II. Specielle Untersuchungen.

1. Metzgeria. Taf. II.

(Man vergl. die Abhandlung über Metzgeria in den Mittheilungen des natw. Ver. f. Steiermark 1872.)

Das Scheitelwachsthum der *Metzgeria furcata*, in seinen wesentlichsten Zügen schon von *Nägeli*[1]) erforscht, wurde später durch die Untersuchungen *Hofmeister's*[2]) und namentlich *Kny's*[3]) in allen seinen Einzelheiten durchaus klargelegt, und soll hier nur deshalb eine flüchtige Erwähnung finden, um von dem hier in die Erscheinung tretenden einfachsten Typus des Spitzenwachsthumes bei Lebermoosen ausgehend, successive die complicirteren Typen ableiten zu können.

Die einfachst gebaute Form von Laubaxen zeigen öfters jene kümmerlichen Adventiväste, die schon von den obengenannten Forschern waren beobachtet worden; wo nämlich die aus der zweischneidigen Scheitelzelle nach rechts und links abgeschnittenen Zellen sofort zu Dauerzellen werden, so dass die Axe nur aus zwei nebeneinander liegenden Zellreihen besteht. Die nächst höhere Stufe der Entwicklung erreichen jene Axen, wo jedes Segment durch eine senkrecht auf der Laubfläche stehende Wand in zwei Zellen zerfällt, also nur Längenwachsthum[4]) zeigt. Die Frons besteht in diesen Fällen aus vier Zellreihen: zwei in der Axe des Organes gelegenen und gewissermassen den (hier einschichtig bleibenden) Mittelnerven darstellenden, und zwei rechts und links an diese anstossenden, die Laubfläche vertretenden. In der That bildet sich auch der mehrschichtige Mittelnerv nur aus den Zellen jener zwei axilen Reihen durch Theilungen parallel der Laubfläche, während in den Randzellen nur Theilungen senkrecht auf der Laubfläche auftreten.

In Bezug auf die Bildung der Mittelnerven sei erwähnt, dass die ersten tangentalen Theilungen schon die oberflächlich gelegenen Zellen der Rückenfläche abschneiden, und dass die weiteren tangentalen Theilungen nur mehr in den so gebildeten ventralen Zellen auftreten.[5]) Ich lege hier auf diese Thatsache deshalb einiges Gewicht, weil sie uns zeigt, dass auch schon bei *Metzgeria*, wo ein überwiegendes Hervortreten des Mittelnerven an der Ventralseite nicht bemerkbar ist, doch schon jene Bevorzugung des Dickenwachsthums an dieser Seite angedeutet ist, die in anderen Fällen (Petalophyllum etc.) einen so extremen Ausdruck findet.

[1]) Wachsthumsgeschichte der Laub- und Lebermoose in Zeitschrift f. w. Bot. I, pg. 138.
[2]) Vergl. Untersuchungen pg. 22.
[3]) Entwicklungsgeschichte laubiger Lebermoose in Pringsh. Jahrb. f. w. Bot. IV, pg. 67.
[4]) in Bezug auf das Segment. Heft I, pg. 15 meiner »Untersuchungen«.
[5]) Vergl. meine Abhandlung: Zur Morphologie der Metzgeria in Mittheil. des naturwiss. Ver. f. Steiermark. 1872.

Die Sprosse von *Metzgeria* zeigen bekanntlich verschiedene Formen der Auszweigung. Ungleich die häufigste und den Habitus der Pflanze durchaus bestimmende ist die Endverzweigung. *Kny* (l. c.) zeigte, dass diese Zweiganlagen zunächst der Scheitelzelle des Muttersprosses und aus Segmenten sich bilden und zwar in der Weise, dass in der Randzelle des einmal getheilten Segmentes sich sofort die neue Scheitelzelle constituire, dass also die beiden Gabelzweige nicht unter sich gleichwerthig seien, dieser Auszweigungstypus daher nicht als wahre, sondern als falsche Dichotomie aufzufassen sei.

Diese seitliche Entstehung der Zweige am fortwachsenden Sprossscheitel ist bei *M. furcata* allerdings nur in den ersten Stadien erkennbar, da später die raschere Entwicklung des Tochtersprosses den Muttersprоss zur Seite drängt, worauf nun beide Axen gleich stark weiter wachsen und sich als Gabelzweige darstellen. Bei *M. pubescens* aber ist die gabelige Ausbildung des Verzweigungssystems nur selten zu beobachten. In der Regel bleibt der Seitenzweig im Wachsthum gegen den Muttersprоss zurück. Dieser wird daher auch nicht von der ursprünglich eingehaltenen Wachsthumsrichtuug abgelenkt, und wächst als Monopodium weiter, von dem die Seitenäste — in der Regel abwechselnd rechts und links — in einem nach der Spitze offenen Winkel (von c. 45°) abstehen. (Vergl. Nees l. c. pg. 506.)

Eine zweite Art der Auszweigung sind die an der Ventralseite des Laubes und am Mittelnerven hervortretenden Sprosse. An sterilen Pflänzchen sind sie in der Regel gar nicht zu finden, erscheinen aber an fertilen Individuen, wo sie die Geschlechtsorgane unmittelbar tragen, dann verkürzt bleiben und die Form eines dem Tragsprosse seine concave Seite zukehrenden Blättchens annehmen und an den Antheridienständen das »Hüllblatt«, an den Archegonienständen das »involucrum« der Autoren darstellen. Ich habe seiner Zeit[1]) diese Sprosse ausführlich beschrieben und gezeigt, dass ihr Spitzenwachsthum vollkommen dem der vegetativen Aeste gleicht, und dass die an der Rückenseite des Sprosses auftretenden Mutterzellen der Geschlechtsorgane in ihrer Anlage jenen Zellen der Ventralseite entsprechen, die dort den Keulenhaaren ihren Ursprung geben. Diese Stellung der Geschlechtsorgane (an der Sprossrückenseite) wird namentlich in jenen allerdings selten vorkommenden Fällen klar, wo der Tragspross bei etwas stärkerer Verlängerung sich nicht concav krümmt, sondern flach bleibt, in welchem Falle dann die Geschlechtsorgane in zwei Reihen rechts und links der Mediane (also genau so, wie an der ventralen Seite die Keulenhaare) zu stehen kommen.

Es kommt aber auch vor, dass derartig intercalar entstehende Sprosse durchaus vegetativ bleiben und selbst erst an ihrer Ventralseite die Geschlechtssprosse anlegen.

Betreffs des Ortes der Anlage dieser Sprosse habe ich schon in jener Abhandlung hervorgehoben, dass sie ebenso aus oberflächlichen Zellen als aus inneren Zellen entstehen

[1]) Morphologie der *Metzgeria*.

können, und dass wenn auch die Mehrzahl der fertilen Sprosse exogen, die der sterilen endogen angelegt wird, dies jedoch durchaus nicht als durchgreifendes Gesetz aufgestellt werden kann.

Als wahre Adventiväste können endlich jene Sprosse bezeichnet werden, die aus Randzellen der Laubaxe sich entwickeln. Jede Randzelle ist zu ihrer Bildung befähigt und oft erscheint der Laubrand durch die zahlreichen an ihm haftenden Adventiväste wie gefranst.[1]) Ihrer Entstehung entsprechend legt sich ihre Mittelrippe (ursprünglich) nie an die des Tragsprosses an, doch soll nach *Kny* (l. c. pag. 75) manchmal später secundär aus dem Gewebe des Muttersprosses ein verbindender Seitennerv gebildet werden. Es können jedoch diese Axen nicht als eigentliche Auszweigungen angesehen werden. Sie bleiben nämlich nur in den jüngsten Stadien und immer nur lose mit der Frons der Mutterpflanze in Verbindung. Sie haben ihr Analogon vielmehr in den Sprossen, die bei *Aneura, Anthoceros* etc. aus den vom Thallus sich ablösenden Zellen (Brutzellen) sich entwickeln, und unterscheiden sich von diesen eigentlich nur dadurch, dass hier die Sprossbildung schon zu einer Zeit beginnt, wo die Mutterzellen noch mit dem Gewebe der Frons in Verbindung sind. Es wurden daher dieselben auch schon von *Nägeli* (l. c.) treffend als »Brutzellen« bezeichnet.

Als Anhangsorgane der Frons treten bei *Metzgeria* zwei wohl unterschiedene Formen von Trichomgebilden auf:

Bei allen Metzgerien finden wir vorerst die durch ihre regelmässige Stellung, ihre ausgezeichnete Form und frühe Anlage ausgezeichneten »Keulenhaare.« Jedes Segment bildet, wie *Kny* (l. c.) zeigte, an der Ventralseite aus seiner ersten Flächenzelle ein einzelliges keulenförmiges Haar, das mit seinem vorderen Ende sich nach aufwärts krümmt, und schon in der Scheitelregion seine volle Grösse erreicht. Dieser an ein bestimmtes morphologisches Gesetz geknüpften Anlage entspricht dann auch die spätere regelmässige Stellung. Es lassen sich diese Keulenhaare auch an älteren Sprosstheilen und an Stellen, wo schon andere Trichomformen aufgetreten sind, noch leicht an ihrer ausgezeichneten Gestalt erkennen, wenn sie auch häufig schon abgestorben und eingeschrumpft sind. Es zeigt aber gerade dieses Vorkommen an älteren Sprosstheilen und zwischen den anderen Trichomformen, dass sie nie in diese übergehen und somit eine selbstständige Form darstellen[2]).

Später und daher immer erst an von der Spitze etwas weiter entfernten Sprosstheilen erkennbar — treten die Borstenhaare[3]) auf. Sie können bei *M. furcata* aus jeder Ober-

[1]) Nees v. Es. (l. c. pg. 501) bezeichnet diese Form: ε. prolifera.

[2]) Die longitudinale Entfernung zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Keulenhaare entspricht natürlich der Höhe eines Segmentes und giebt so ein Mass, den Antheil des einzelnen Segmentes am Längenwachsthum eines Sprosses zu bestimmen. So zeigten an einem ausgewachsenen Sprosstheile v. *M. pubescens* die aufeinanderfolgenden Segmente folgende Höhen (Längen) in Millimetern: 0.250, 0.315, 0.270, 0.210, 0.330, 0.210, 0.280, wobei zu bemerken, dass in den beiden kürzesten Segmenten (0.210) Auszweigung eintrat, woraus wir sehen, dass Zweigbildung hemmend auf die Streckung einwirkt, eine Thatsache, die übrigens ja auch nach der Art der Verbindung des Zweiges mit dem Muttersprosse im Vorhinein erwartet werden kann.

[3]) »setulae« nach *Gottsche* in: *Rabenhorst* Hep. eur. Nr. 274.

flächenzelle an der Ventralseite der Mittelrippe und ebenso aus Randzellen gebildet werden. Sie entstehen aber nie durch einfaches Auswachsen einer Oberflächenzelle, sondern aus diesen erst secundär und zwar in der Weise, dass aus derselben vorerst eine kleinere Zelle abgeschieden wird, die dann in ihrer ganzen Oberfläche zum Rhizoid auswächst[1]). Wenn die Anlage dieser Zelle auch an keine morphologisch bestimmte Oberflächenzelle gebunden ist, vielmehr jede derselben dazu befähigt ist, so ist anderseits doch der Ort ihrer Anlage in der Zelle ein genau bestimmter. Immer und ausnahmslos bilden sie sich am basiskopen Ende derselben und zwar in der Weise, dass dasselbe entweder seiner ganzen Breite nach oder nur zum Theile zu ihrer Anlage verwendet wird (Fig. 8 Taf. II.). Auch erstreckt sich die Rhizoidenmutterzelle nicht durch die ganze Tiefe der betreffenden Oberflächenzelle, sondern nimmt nur eine Kante oder eine Ecke derselben ein. Es gilt dies ebenso für die Randzellen, aus denen die Rhizoiden aber nicht in der Ebene der Laubfläche, sondern schief nach dem Substrate hin gerichtet, ausstrahlen.

Auch die Tragzelle des Keulenhaares ist zur Bildung eines Rhizoides befähigt, und man sieht dann in vielen Fällen mit überraschender Deutlichkeit, wie jenes den akroskopen, dieses den basiskopen Zellrand einnimmt.

Diese Borstenhaare zeigen, auch wenn sie noch im Längenwachsthum begriffen sind, ihre Zellwand ziemlich stark verdickt, sind daher steif und stehen ziemlich rechtwinklig vom Thallus ab. Die meisten von ihnen zeigen sich in ihrem Längenwachsthume begrenzt und übertreffen im Allgemeinen an Länge den Breitendurchmesser der Mittelrippe nur wenig. Wo sie, wie es an älteren Sprosstheilen häufig der Fall ist, am Nerven und ebenso am Laubrande sehr zahlreich auftreten, da erscheint durch sie der ganze Thallus, wie durch Stützen über das Substrat emporgehoben. Es verdient aber weiter bemerkt zu werden, dass die einschichtige Laubfläche sehr selten eben, sondern ziemlich stark gegen das Substrat gekrümmt ist. In Folge davon wird häufig die Pflanze nur durch die Laubränder, eventuell durch die an ihnen stehenden Borstenhaare getragen und weder die Mittelrippe noch die an ihr befindlichen Borsten berühren dann das Substrat. Ich glaube, dass dies immer dort der Fall ist, wo an der Mittelrippe nur die Borsten und nie eigentliche Rhizoiden gefunden werden, in welche dafür aber häufig die Borstenhaare des Randes umgebildet erscheinen.

Es sind nämlich die Rhizoiden keine selbstständige Trichomform, sondern morphologisch den Borstenhaaren durchaus gleichwerthig. Wo diese nämlich — sei es in Folge der Lage des Thallus oder in Folge ihrer grösseren Länge mit ihrer Spitze das Substrat treffen, da

[1]) Die vorerstige Bildung von Rhizoiden-Mutterzellen aus Oberflächenzellen ist auch anderorts (Lycopodium-Wurzel etc.) beobachtet worden. Unter den Lebermoosen sind die Rhizoiden in der Regel nur einfache Ausstülpungen von Oberflächenzellen, also Zelläste; und nur bei *Blyttia Lyellii* finde ich ihre Anlage der bei den Metzgerien analog.

verzweigt sich dieselbe zu einer vielfach gelappten Haftscheibe, welche dem Substrate so innig anliegt, dass beim Versuche, das Pflänzchen loszureissen, immer ein Theil an der Haftscheibe hängen bleibt.

Diese beiden eben beschriebenen Haarformen finden sich in gleicher Weise und genau mit derselben Entwicklungsweise auch bei *M. pubescens*. Ein Unterschied besteht nur in so ferne, als bei letzterer Art jede Oberflächenzelle zur Haarbildung befähigt ist. Die Borstenhaare, die hier ebenfalls am basiskopen Rande einer Oberflächenzelle entspringen [1]), sind etwas stärker verdickt, als bei *M. furcata*, und laufen in eine schärfere Spitze aus, die aber bei Berührung des Substrates sich ebenfalls zu einer vielfach gelappten Haftscheibe umbildet.

Da bei *M. pubescens* diese Haarbildung auch an der Dorsalseite der Pflanze und ebenso am Nerven, wie an der einschichtigen Laubfläche auftritt, so erschiene es a priori wahrscheinlich, dass an letzterer jeder Zelle die Fähigkeit zukomme, an ihrer dorsalen und an ihrer ventralen Seite je ein Zellchen zur Bildung eines Borstenhaares abzuschneiden. Es scheint aber, dass dies nur sehr selten der Fall ist, denn viele Male beobachtete ich, dass nur jene Zellen der einschichtigen Laubfläche, welche an der Unterseite kein Borstenhaar trugen, ein solches an der Dorsalseite zeigten.

Die Geschlechtsorgane von *Metzgeria* stehen auf der Rückenseite verkürzter aus der Ventralseite und seitlich am Mittelnerv entspringender Sprosse. Ich habe schon in der oben citirten Abhandlung das Wachsthum dieser Geschlechtssprosse und ebenso die Anlage der Geschlechtsorgane an denselben ausführlich beschrieben, und ich kann hier wohl auf jene Abhandlung verweisen. Ich will hier nur noch hinzufügen, dass diese zu »Hüllen« umgewandelten Sprosse in sehr seltenen Fällen sogar eine Gabelung zeigen, wenn diese auch nur an dem Vorhandensein zweier gesonderter Scheitelpunkte, und nicht an einer abweichenden (etwa gelappten) Form der Hülle erkannt werden kann.

Die weiblichen Hüllsprosse sind schon vor der Befruchtung an ihrer convexen (Aussen-) Seite mit Borsten besezt, (die später zahlreich zu Rhizoiden werden), deren Anlage der an sterilen Sprossen durchaus gleich ist. Nach Anlage der wenigen Archegonien und dem Aufhören des Scheitelwachsthums zeigen die den Scheitel unmittelbar begrenzenden Laublappen noch längere Zeit Flächenwachsthum, wodurch der Vorderrand des Hüllsprosses tief zweilappig wird. Seltener findet man denselben dreilappig, was in einer einmaligen Verzweigung seinen Grund hat.

Das befruchtete Archegonium entwickelt sich zur mächtigen Kalyptra, an der zahlreiche Oberflächenzellen zu Borsten auswachsen. Diese sind meist den Borstenhaaren des Thallus vollkommen gleich gebildet. Doch findet man auch nicht selten solche, die un-

[1]) Diese regelmässige Lage der Insertionspunkte der Borstenhaare war auch schon *Nees v. Es.* aufgefallen. (l. c. Bd. III, pg. 507.)

mittelbar über ihrer Insertion in zwei stark spreitzende kurze Gabeläste getheilt sind. Die Haarbekleidung ist namentlich am Scheitel der Kalyptra sehr reichlich, und es wird durch dieselbe der sehr kurze Archegonienhals vollkommen verdeckt, so dass derselbe schon an jungen Früchten kaum mehr zu erkennen ist.

Betreffs der Entwicklung des Sporogons will ich nur das Wesentlichste hervorheben: Unmittelbar vor Differenzirung desselben in Stiel und Kapsel und dieser in Wand und Sporenraum besteht der Embryo aus mehreren, aus je vier quadrantisch gelegenen und grossentheils durch intercalare Theilungen entstandenen Querscheiben. Nach unten ist er abgeschlossen durch eine grosse (häufig ein- oder zweimal quergetheilte) Zelle, welche später mit den Zellen des umliegenden Gewebes so innig verwächst, dass es kaum möglich ist, dieselbe frei zu präpariren[1]). Am Scheitel liegen die vier Deckelzellen, aus denen sich die Kapsel entwickelt. Diese Entwicklung beginnt mit der Scheidung in Wand und Innenraum, und zwar wird, wie ich glaube, diese durch je einen Theilungsschritt und zwar in der Weise vollzogen, dass in jeder Deckelzelle eine der Aussenwand parallele Theilungswand auftritt[2]). Der aus den vier Innenzellen bestehende Sporenraum zerfällt nun durch je eine Quertheilung in zwei Stockwerke, deren jedes nun durch Längswände wieder in peripherische (an die Kapselwand stossende) und axile Zellen zerfällt. In den Zellen des oberen Stockwerks folgen nun Querwände, in denen des unteren Stockwerkes wiegen (zunächst der Axe) die Längstheilungen, in den peripherischen die Quertheilungen vor (Taf. II Fig. 9), und es ist in der Anordnung dieser Zellen (besonders in Berücksichtigung von öfters sichtbaren schiefen Theilungen im unteren Stockwerke) der später so charakteristische Verlauf der Elateren und Reihen von Sporenmutterzellen, die vom Scheitel der Kapsel ausstrahlen, wohl angedeutet, doch aus ihr noch nicht vollkommen zu erklären. Dieser Verlauf wird, wie ich glaube, durch das spätere Wachsthum der Kapsel hervorgerufen. Der Sporenraum ist nämlich bald nach seiner Anlage fast breiter als hoch; die entwickelte Kapsel jedoch ist in die Länge gestreckt. Es wächst also der Sporenraum von seiner Anlage an nicht gleichmässig in allen Dimensionen, sondern überwiegend in der Längsrichtung des Sporogons. Weiter sind die beiden den Innenraum bildenden Stockwerke anfangs gleich hoch, später ist das untere bedeutend höher. Es findet also im unteren Stockwerke stärkeres Längenwachsthum statt. Da nun, wie ich oben erwähnte, in den Innenzellen dieses Stockwerkes anfangs die

---

[1]) Dies ist der Grund, warum sich auch ältere Sporogone so schwer frei präpariren lassen, und dass der untere Theil des Stieles selbst reifer Kapseln kaum unversehrt freigelegt werden kann. Auch in dem Falle, als es gelingt, Fruchtanlagen sammt dieser Fusszelle frei zu präpariren, haften an letzterer ringsum losgerissene Zellen des umliegenden Gewebes.

[2]) *Kienitz-Gerloff* (Bot. Zeitg. 1874) giebt an, dass die Bildung der Kapselwand dadurch eingeleitet werde, dass in den 4 Scheitelzellen durch Querwände vorerst Deckelzellen gebildet werden, und dass aus der so gebildeten unteren Querscheibe durch 2 Theilungsschritte die (den Sporenraum bildenden) Innenzellen von den Wandzellen abgeschnitten würden. Ich beobachtete diesen Vorgang bei *Aneura* (vergl. meine Abbildungen Taf. II, Fig. 1 und 2), konnte denselben aber für *Metzgeria* nicht constatiren.

Längstheilungen, in den peripherischen die Quertheilungen überwiegen, und weiter das Längenwachsthum der Kapsel in der Axe stärker ist, als an der Peripherie, so werden die anfangs quer (oder nur wenig schief) verlaufenden Theilwände in den äusseren Parthieen des Sporenraumes immer schiefer gestellt. Wenn man durch Kapseln, in welchen die Sporenmutterzellen eben erkennbar sind, Längsschnitte anfertigt, so erhält man ein Bild, das etwa der schematischen Figur 9c entspricht: die Reihen von Sporenmutterzellen und Elateren convergiren nicht nach einem am Scheitel gelegenen Punkte, sondern nach einer aus cubischen Zellen gebildeten unterhalb desselben liegenden Gruppe, und es ist kein Zweifel, dass diese den ursprünglichen Innenzellen des oberen Stockwerkes des Sporenraumes entspricht. (Vergleiche oben.) Es ist gewiss, dass hier keine Sporenmutterzellen gebildet sind, wenn sie in allen übrigen Theilen schon erkannt werden[1]). Ueber das weitere Schicksal dieser Zellen konnte ich aber wegen Mangel an geeignetem Material nicht klar werden. Wahrscheinlich gehen sie überhaupt keine weitere Veränderung (zu Sporenmutterzellen und Elateren) ein, sondern werden im Verlaufe der Kapselentwicklung zusammengedrückt und bilden den Ansatz für die Elaterenbüschel, welche nach dem Oeffnen der Kapsel an der Spitze der Klappen haften.

Der Kapselstiel zeigt vier axile und acht peripherische Zellreihen. An seinem Grunde sind die Zellen kleiner und eine Anordnung derselben in Längsreihen ist nicht erkennbar. Dadurch hebt sich dieser Setatheil ziemlich scharf von den höheren Parthieen ab. Es ist dies der Fusstheil, der sich konisch gegen die unterste, schon oben beschriebene Fusszelle verjüngt. Eine Anschwellung desselben zu einem »bulbus« oder die Bildung einer Scheide (»involucellum«) ist nicht zu beobachten.

2. Aneura. Taf. I und II.

Trotz des so verschiedenen Habitus, den die dieser Gattung angehörigen Arten zeigen, stimmen sie doch ebenso bezüglich ihrer vegetativen Entwicklung, als auch grossentheils hinsichtlich der reproductiven im Allgemeinen durchaus überein.

Bei allen von mir untersuchten Aneuren erfolgt das Spitzenwachsthum, wie es schon von *Hofmeister, Kny*[2]) nachgewiesen wurde, durch die wiederholte Theilung einer zweischneidigen Scheitelzelle. Auch in der Theilung der Segmente wiederholt bei einigen Arten (pinnatifida) sich der schon bei *Metzgeria* beschriebene Modus; ein wesentlicher Unterschied besteht aber darin, dass nicht blos die erste aus dem Segment abgeschnittene Flächenzelle, sondern auch die später entstehenden, an dem Dickenwachsthum der Pflanze sich betheiligen, so dass also eine Abgrenzung der Mittelrippe von der Laubfläche nicht hervortritt, jene vielmehr allmälig in diese übergeht.

[1]) Es wurde dies offenbar auch schon von *Nees v. Es.* bemerkt, wenn er l. c. pg. 497 sagt: »Auf dem Scheitel der Frucht scheinen diese Zellen, strahlig zusammenneigend, eine Lücke übrig zu lassen.«

[2]) in Pringsheim's Jahrbüchern Bd. IV.

Bei *A. pinguis* theilt sich, wie ebenfalls schon *Kny* angibt, jedes Segment nach dem Typus einer zweischneidigen Scheitelzelle, nur sind die so entstehenden secundären Segmente nicht nach rechts und links, sondern nach oben und unten geneigt. Auch darin besteht ein Unterschied, dass die Segmentscheitelzelle im Querschnitt nicht die Form des Durchschnittes einer biconvexen Linse hat, sondern rechteckig, (eigentlich als Trapez) Fig. 16 Taf. I. erscheint, weil jede neue Theilungswand nur mit ihrem inneren Rande die gegenüberliegende Wand trifft, mit den Seitenrändern aber an die Hauptwände des Segmentes grenzt. Auch ist hervorzuheben, dass nach Bildung der zwei ersten Theilungswände die mittlere Zelle durch eine jenen senkrecht aufgesetzte Wand (Fig. 16) in zwei nebeneinanderliegende Zellen zerfällt, in deren jeder sich nun der frühere Theilungsmodus wiederholt. Es ist dies aber ganz dasselbe Wachsthum, wie wir es in den Segmenten bei *Pellia calycina* etc. finden, und wie es bei den Marchantiaceen und Anthoceroteen in die Erscheinung tritt.

Betreffs der Keulenhaare gibt *Kny* an, dass bei *A. pinnatifida* dieselben, so wie bei *Metzgeria* alternirend zweizeilig gestellt sind, und in dem Masse als sie sich vom Scheitel entfernen, auch seitlich auseinander rücken. Die regelmässig alternirende Stellung derselben ergibt sich daraus, dass auch hier, wie bei *Metzgeria* jedem Segmente ein Keulenhaar entspricht, das in gleicher Weise schon nach der ersten Segmenttheilung in der dadurch gebildeten (ersten) Flächenzelle angelegt wird. In dem Masse nun, als durch Bildung von der Laubfläche parallelen Wänden das Dickenwachsthum fortschreitet, bildet sich auch die oberflächliche Zellschichte zu einer kleinzelligeren Epidermis (l. c. pag. 82) um. Die diesbezüglichen Theilungen finden nun »mit Rücksicht auf die Stellung der keulenförmigen Haare in der Weise statt, dass letztere stets auf der dem Rande zunächst liegenden Aussenzelle ihren Platz finden; und es werden daher, so lange diese Theilungsvorgänge nach der Breite des Sprosses ihren Abschluss noch nicht erreicht haben, die beiden Haarreihen immer weiter auseinander weichen müssen.«

Bei *A. pinguis* erscheinen diese Haare nicht regelmässig in zwei Reihen angeordnet. Hier tritt, wie ich oben erwähnte, in den Segmenten ein complicirterer Theilungsmodus ein, und *Kny* vermuthet, dass hier nicht blos die erste (unterste) durch die erste schiefe Theilung an der Ventralseite des Segmentes abgeschnittene Aussenzelle, sondern auch solche höherer Ordnung Mutterzellen von Keulenhaaren werden können.

Alle Aneuren folgen in Bezug auf Anlage der durch Endverzweigung entstandenen Sprosse durchaus der Gattung *Metzgeria*. Wenn ausgewachsene Sprosssysteme bei beiden Gattungen nichts destoweniger so verschiedenen Habitus zeigen, so liegt der Grund in der abweichenden Ausbildung der Seitensprosse. Bei *Metzgeria (furcata)* nämlich erscheint das Verzweigungssystem als ein gabeliges, weil der Seitenspross sich dem Muttersprosse gleich ausbildet. Aber schon bei *M. pubescens* sahen wir demselben den Charakter eines Monopodiums mehr oder weniger deutlich aufgedrückt, weil die Entwicklung der Seitenzweige

hinter der des Hauptsprosses zurückbleibt. Bei *Aneura* ist dies nun in noch viel höherem Masse der Fall und man erkennt in der Regel deutlich die mittlere Hauptaxe und die rechts und links an derselben stehenden Seitenzweige.

Auch verdient hervorgehoben zu werden, dass die Zweiganlagen bei *Aneura* viel häufiger auftreten, als bei *Metzgeria*. Im Scheitel fortwachsender Sprosse findet man bei letzterer Pflanze höchstens zwei Anlagen von Seitensprossen, bei *Aneura* können nicht selten vier und noch mehr auf einmal gesehen werden (Taf. I Fig. 1, 2). Es hat dies, wie ich glaube, darin seinen Grund, dass hier dem Segmente auch in späteren Entwicklungstadien noch die Fähigkeit der Zweiganlage zukommt, während bei *Metzgeria* dieselbe nur in den ersten Jugendzustand des Segmentes fällt. Hier bildet sich die neue Scheitelzelle unmittelbar nach Abscheidung der ersten Flächenzelle (aus der Randzelle zweiten Grades; vergl. *Kny* l. c. pag. 73); bei *Aneura* können aber der Zweiganlage mehrere Theilungen im Segmente vorausgehen; es kann sich diese also auch aus Randzellen höherer Ordnung entwickeln. Wir sehen dies für *A. pinguis* aus Fig. 1: v ist hier die Scheitelzelle des Hauptsprosses, v_1 v_2 sind die Scheitelzellen der Seitensprosse. Die Scheitelzelle v_2 ist im drittjüngsten Segmente gebildet, und es zeigt der Längschnitt (Fig. 1 b, 1 c), dass ihrer Bildung höchstens zwei schiefe Theilungen vorausgegangen sind, d. h. dass sie sich gebildet hat aus der mittleren Zelle des in drei Zellen zerfallenen Segmentes (vergl. pag. 41). Viel später angelegt ist die Scheitelzelle v_1. Die Gruppirung der Zellen um dieselbe lässt eine zweiseitige Segmentirung, welche auf eine schon längere Zeit dauernde Thätigkeit derselben schliessen liesse, nicht erkennen, und es müsste dieselbe in diesem Falle von dem benachbarten aus der Scheitelzelle des Hauptsprosses (v) abgeschnittenen Segmente (Fig. 1 b Segm. 2) durch mehrere Segmentplatten getrennt sein, während, wie die Figur zeigt, nur eine Zelle dazwischen eingeschoben erscheint. Hat sich aber die Scheitelzelle so spät gebildet, so müssen im Segmente mehrere Theilungen vorausgegangen sein; sie kann sich nur aus Randzellen höherer Ordnung entwickelt haben. Noch deutlicher tritt dies bei der reichverzweigten *A. multifida* hervor, von welcher Pflanze ein Sprossscheitel in Fig. 2 dargestellt ist. Es lassen sich hier um die Hauptscheitelzelle V jederseits mindestens zwei Segmente in ihrer Umgrenzung deutlich erkennen. Im Segmente 3 und ebenso im nächst älteren Segmente 2 haben sich neue Scheitelzellen gebildet, und es zeigt ihre Lage im Segmente unzweifelhaft, dass sie sich aus Randzellen höherer Ordnung entwickelt haben.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der Aneuren ist es, dass die Sprossanlagen als solche längere Zeit ruhen können, um erst später ihre Weiterentwicklung wieder aufzunehmen. Es kommt dadurch der Sprossscheitel in Folge der ungestörten Weiterentwicklung des benachbarten Thallusgewebes anfangs in eine Einbuchtung des Laubrandes zu liegen (Fig. 2 die äussersten Sprossanlagen rechts und links), und kann später in Folge der Ueberwucherung des Thallusrandes selbst ganz an die Ventralseite des Tragsprosses gedrückt werden. Doch bleibt sein Vorhandensein an der Ausbuchtung des Laubrandes in der Regel noch

immer deutlich erkennbar (Fig. 10). An solchen ruhenden Seitensprossen ist die Scheitelzelle, wenn auch häufig etwas verzerrt, doch immer deutlich erkennbar (Fig. 3) und auch die Zusammengehörigkeit der benachbarten Zellen zu Segmenten, die nach ihrer Entstehung auf jene zurückzuführen sind, ist unschwer zu ermitteln.

Die eben beschriebene Form der Verzweigung ist die einzige, die den Aneuren überhaupt zukommt, und es fehlt ihnen durchaus jene Form intercalarer Zweigbildung, durch welche bei *Metzgeria* die an der Ventralseite der Mittelrippe inserirten Sprosse entstehen.

Wohl aber zeigen mehrere Arten dieser Gattung reiche Brutzellenbildung: Zellen des Randes und ebenso Oberflächenzellen der Dorsalseite des Laubes lockern sich aus ihrem Verbande, runden sich ab und werden nun zweigetheilt. Es zerfällt so das Laub in eine grosse Menge von Brutzellen, deren Weiterentwicklung aber erst erfolgt, wenn dieselben sich vollkommen losgelöst haben, und wahrscheinlich überhaupt erst dann, wenn sie mit dem Substrate in Berührung kommen. Mir gelang es wenigstens nie, an Sprossen, deren ganze Oberfläche mit massenhaft gebildeten Brutzellen dicht bedeckt und wie bestäubt erschien, ein weiteres Entwicklungsstadium der letzteren aufzufinden, wie ein solches überhaupt meiner Beobachtung entgangen ist.

Hofmeister [1]) gibt an, dass ihre Weiterentwicklung zur neuen Pflanze dadurch eingeleitet werde, dass eine ihrer Zellen durch wiederholte Theilung mittelst wechselnd geneigter Wände direct zur Laubaxe auswachse. Es erinnert dieser Vorgang unzweifelhaft an die Art, wie die Keimung der Sporen vor sich geht, und ebenso an die Bildung der Adventiväste aus Randzellen des Thallus von *Metzgeria*, in welch' letzterer Erscheinung die Brutzellenbildung der Aneuren offenbar ihr Analogon hat und von der sie sich nur dadurch unterscheidet, dass hier die Weiterentwicklung der Brutzelle erst nach ihrer Ablösung, dort aber schon zur Zeit stattfindet, wo sie noch mit dem Thallusgewebe im Verbande ist.

Die Geschlechtsorgane der Aneuren stehen immer auf verkürzten durch Endverzweigung entstandenen Seitensprossen in Gruppen beisammen. Doch finden sich beide Arten von Organen immer auf verschiedenen Sprossen, aber es können diese an derselben Pflanze (*A. multifida*) oder auf verschiedenen Individuen (*A. palmata*) erscheinen.

Ich habe schon oben erwähnt, dass durch Endverzweigung entstandene Sprosse häufig bald nach ihrer Anlage in einen Ruhezustand übergehen, und dass solche Sprossanlagen in Folge einer von dem noch im lebhaften Wachsthum begriffenen Thallusrande des Muttersprosses ausgehenden Ueberwallung von dem Seitenrand abgerückt und an die Ventralseite des Muttersprosses verschoben werden. Solche Sprosse nun sind es, welche sich als Geschlechtssprosse ausbilden. Die scheinbare ventrale Stellung ist weniger sichtbar an den männlichen Sprossen, deutlicher an den weiblichen, und es wurde auch von früheren

[1]) Vergl. Unters. pg. 24.

Autoren die Stellung der letzteren geradezu als ventral bezeichnet[1]), bis auch hier wieder *Gottsche*[2]) den wahren Sachverhalt erkannte.

Die männlichen Seitensprosse sind unmittelbar über ihrer Ursprungstelle aus sterilem Gewebe bestehend und tragen dann aber bis an ihre Spitze hin dichtgedrängt stehende Antheridien. Es hat daher den Anschein, als ob der Antheridienstand mit einem (freilich sehr kurzen) Stiel am Tragsprosse befestigt wäre. Die Antheridien sind mit ihrem ganzen Körper in die Laubsubstanz eingebettet, die häufig vollkommen das Ansehen eines Fächerwerkes erhält, bei dem die einzelnen Fächer nur durch einschichtige Scheidewände von einander getrennt sind. An langgestreckten Antheridienständen, wie sie häufig bei *Aneura palmata* vorkommen, wo die Zahl der Antheridien bis auf zehn und mehr steigt, erkennt man die letzteren häufig sehr deutlich alternirend in zwei Reihen geordnet, während an mehr kugeligen Ständen diese regelmässige Stellung minder deutlich ist. In jedem Falle aber zeigen die Antheridien in ihrem relativen Alter akropetale Entstehungsfolge und an reichen Ständen findet man häufig an deren Grunde schon entleerte Antheridien, während diese an der Spitze noch in den ersten Anlage- und Entwicklungsstadien sich befinden. Diese akropetal (in einer Zickzacklinie) fortschreitende Entwicklungsreihe ist in der Regel stetig, erscheint aber in Ausnahmsfällen in der Weise unterbrochen, dass in derselben an irgend einer (mittleren) Stelle des Standes Antheridien höchst ungleichen Alters auf einander folgen, worauf dann wieder die normale Entwicklungsreihe eingehalten wird. Es kann dies nur so erklärt werden, dass der männliche Spross auf einige Zeit sein Wachsthum und somit auch die Antheridienbildung sistirte, dann aber seine unterbrochene Thätigkeit wieder aufnahm.

Wenn man männliche Sprosse, an welchen die Antheridienbildung eben begonnen hat, an ihrer Spitze untersucht, erkennt man an einer durch eine seichte Einbuchtung gekennzeichneten Stelle des Randes unmittelbar über den jüngsten Antheridienanlagen eine Gruppe von Keulenhaaren, welche von der Ventralseite her über den Sprossrand herüber gekrümmt erscheinen (Taf. I. Fig. 5). Es ist dies der Scheitel des männlichen Sprosses, der durchaus dem Scheitel steriler Sprosse gleicht. Man erkennt die Scheitelzelle, die benachbarten Segmente und die an der Bauchseite aus ihnen entspringenden Keulenhaare und es gelingt selbst, die Antheridienanlagen auf morphologisch bestimmte Zellen in den Segmenten zurückzuführen. Es gelang mir, in einigen Fällen unzweifelhaft nachzuweisen, dass jedes Segment nur ein Antheridium producirt, und dass dieses angelegt wird aus der ersten an der Dorsalseite des Segmentes gebildeten Flächenzelle, aus jener Zelle also, die auch bei *Metzgeria* die Antheridien bildet, und der an der Ventralseite die Zelle entspricht, welche bei beiden Gattungen bei Bildung der Keulenhaare betheiligt ist. Es erklärt sich aus dieser Anlage die regelmässig alternirend zweizeilige Stellung der Antheridien an den entwickelten Ständen.

[1]) Synopsis Hepaticarum pg. 492.

[2]) *G.* und *Rabenhorst:* Hepaticae europaeae. Anmerkung zu Nr. 437; doch gibt auch *Nees v. Es* in seiner »Naturgeschichte der europ. Lebermoose« Bd. III, pg. 436 die weibliche Fructification als randständig an.

Da nun die Antheridien nicht unmittelbar aneinander liegen, sondern wie bekannt und oben schon erwähnt, durch Scheidewände (die oft nur aus einer Zellschicht bestehen) von einander getrennt und in die so gebildeten Kammern eingesenkt sind, so ist es schon a priori sicher, dass nicht die ganze erste Flächenzelle, sondern nur eine aus ihr gebildete Tochterzelle zur Antheridie werden kann, während die anderen in die Bildung der Scheidewände eintreten müssen. Die in dieser Richtung angestellten Untersuchungen haben ergeben, dass auch in diesen secundären Zelltheilungen eine ausserordentliche Regelmässigkeit stattfindet, und ich verweise, um Weitläufigkeiten in der Beschreibung zu vermeiden, auf die schematische Fig. 9, wo die mit * bezeichneten Zellen die Mutterzellen der Antheridien darstellen.

Die Anlage und Entwicklung der Antheridien und ebenso die Ausbildung des sie einschliessenden Kammerwerkes gleicht durchaus den entsprechenden Vorgängen bei anderen Gattungen (*Pellia, Androcryphia* etc.), deren Beschreibung daher hier füglich übergangen werden kann.

Es wird schon von *Nees*[1]) erwähnt, dass die »männlichen Lacinien« öfters zwei- oder dreispaltig erscheinen. Es ist wahrscheinlich, dass solche verzweigte Antheridienstände in der Weise entstehen, dass an dem noch im Längenwachsthume begriffenen männlichen Sprosse in gleicher Weise wie an vegetativen Axen, durch Endverzweigung Seitensprosse angelegt werden. Es spricht dafür der Umstand, dass man an Jugendstadien solcher Sprosse in der That ganz deutlich 2 Vegetationspunkte erkennt, nach welchen hin die Antheridienbildung sich fortsetzt. (Taf. I, Fig. 5 bei v. und v_1.)

Die jungen weiblichen Aeste erkennt man leicht daran, dass sehr kurze Seitensprosse dadurch, dass die Zellen der Oberfläche vielfach zu Haaren ausgewachsen sind, ein eigenthümliches rauhes Ansehen erlangen. Auch an ihnen erkennt man die Keulenhaare der Ventralseite bis nach der Spitze hin; an ihrer Dorsalfläche stehen von jenen oben erwähnten Haaren umgeben die Archegonien. Wenn auch nicht so deutlich, wie an manchen Antheridienständen, tritt nichts desto weniger auch hier nicht selten eine zweizeilig alternirende Anordnung der Archegonien deutlich hervor, und es deutet auch hier schon ihre Altersfolge auf eine akropetale Entstehungsfolge. Ich fand Sprosse mit schon 6 deutlich erkennbaren Archegonien, und erkannte am vorderen Ende der durch sie gebildeten Reihe ganz deutlich die zweischneidige Sprossscheitelzelle. In Figur 4 ist der Scheitel eines noch ganz jungen weiblichen Sprosses abgebildet: Man erkennt die Scheitelzelle v und ebenso die Segmentgrenzen. Die Archegonien 1—4 zeigen deutlich akropetale Entwicklungsfolge, und es lässt sich unschwer erkennen, dass jedem Segmente ein Archegonium entspricht und seine Lage in demselben lässt kaum eine andere Deutung zu, als dass auch hier die ersten Flächenzellen der Dorsalseite des Segmentes bei seiner Anlage betheiligt sind. Nun sehen wir aber rechts von dem ältesten Archegonium (1) noch ein jüngeres offenbar demselben Seg-

[1]) l. c. pg. 439.

mente angehöriges (α), welches in seinem Altersstadium etwa dem Archegonium 3 gleicht. Es kann ein Segment also auch mehr Archegonien produciren; es ist mir aber unklar geblieben, ob solche sich nachträglich bildende Archegonien von Zellen abstammen, welche der Nachkommenschaft der ersten Flächenzelle angehören, oder ob — was mir wahrscheinlicher ist — zu ihrer Bildung auch benachbarte Segmenttheile verwendet werden können, in ähnlicher Weise etwa, wie letztere sich bei *A. pinguis* bei Produktion der Keulenhaare der Ventralfläche betheiligen. (Vergl. pg. 41.)

Der Archegonienstand ist bekanntlich von einer Hülle (involucrum) umgeben. Sie ist schon vor der Anlage der Archegonien erkennbar und gerade an solchen Stadien gelingt es leicht, sich zu überzeugen, dass dieselbe im Wesentlichen durch die aufgestülpten und ungleich ausgewachsenen Sprossränder gebildet ist. Es wird diese ihre Entstehung dadurch undeutlich, dass später, abgesehen von der Verzerrung, die der weibliche Ast nach Anlage der Archegonien noch erleidet, zwischen letzteren zahlreiche Trichomgebilde auftreten, die theils in Form von einfachen Zellreihen, aber auch als lanzettförmige (blattartige) Schüppchen erscheinen, meist frei zwischen und um die Archegonien stehen, und im letzteren Falle als Anhänge und Auswüchse des Involucrums erscheinen.

Diese Umhüllung der Geschlechtsorgane durch den aufgestülpten Sprossrand finden wir übrigens, freilich in viel geringerer Ausbildung bei manchen Arten auch an den männlichen Aesten, wo die Hüllennatur namentlich in Folge ihrer überwiegenden Längsentwicklung aber nicht hervortreten kann. Die Seitenränder erscheinen nämlich kammförmig aufgerichtet, die Antheridientragende Dorsalfläche wird dadurch rinnenförmig vertieft. Besonders auffallend fand ich dies bei *A. alterniloba*, wo die aufgerichteten Sprossränder dadurch, dass die Randzellen papillenartig hervorwachsen, wie gesägt erscheinen.

Ich habe schon oben erwähnt, dass die weiblichen Aeste sehr verkürzt sind, so dass der Archegonienstand unmittelbar dem Tragsprosse aufzusitzen scheint. Es findet also ein Längenwachsthum nur in höchst unbedeutendem Masse statt, und die Sprossscheitelzelle stellt nach Bildung einiger fertilen (die Archegonien producirenden) Segmente ihre Thätigkeit ein. Dies ist normal bei allen Aneuren der Fall. Als Ausnahmsfall fand ich aber einmal bei *A. palmata* einen weiblichen Spross, der unmittelbar über seiner Insertion an dem Muttersprosse ganz deutlich mehrere abgestorbene Archegonien trug, sich dann aber in einem normal gebauten (sterilen) Spross fortsetzte, der selbst wieder weibliche Aeste producirt hatte. Es kehrte also der weibliche Ast nach Bildung einiger Archegonien wieder zur vegetativen Thätigkeit zurück, und verhielt sich dann dem Muttersprosse durchaus gleich.

Uebrigens zeigen auch normal entwickelte weibliche Aeste nicht selten (*A. pinguis*) Anlagen zu Verzweigungen, in gleicher Weise, wie ich es oben für die männlichen beschrieben habe. Auch hier erkennt man die Scheitelpunkte leicht an dem Vorhandensein einiger ventralen Keulenhaare, und ich beobachtete einmal einen weiblichen Ast mit zwei ziemlich entfernt stehenden Scheiteln, an deren einem abermals eine Sprossanlage erkennbar war.

Die Archegonien der Aneuren sind sehr kurz und stumpf und mit breiter Basis an dem Torus inserirt. In ihrer Entwicklung (Fig. 6—8) unterscheiden sie sich in Nichts von der anderer Jungermannieen.

Die Kalyptra wird bei den Aneuren nur zum geringsten Theile aus dem Bauche des Archegoniums, sondern vorzüglich aus dem Gewebe des Torus gebildet. Wir sehen daher die unbefruchteten Archegonien an der Kalyptra hinaufgerückt und über deren Oberfläche vertheilt, untermischt mit zahlreichen Trichomgebilden, welche während des Wachsthumes der Kalyptra aus deren Oberflächenzellen sich bilden.

Auch die Zellen des Halstheiles gehen während der Fortbildung Veränderungen ein, die darin bestehen, dass sie sich vergrössern und ihre Wände verdicken. Es wird der Archegonienhals dadurch zu einem den Scheitel der heranwachsenden Kalyptra krönenden stumpf kegelförmigen Zapfen, der sich sehr leicht lostrennen lässt und in späteren Stadien der Fruchtentwicklung von selbst abfällt.

Die Aneuren stimmen in der Embryoentwicklung und dem Baue des Sporogoniums durchaus mit *Metzgeria* überein:

Die untere durch die erste Querwand abgeschnittene Zelle wächst bei einigen Arten nach vorausgegangener ein- oder mehrmaliger Quertheilung zu einem lappigen Fortsatz aus, der dem angrenzenden Gewebe innig anliegt, und daher beim Freipräpariren der Fruchtanlage in der Regel abgerissen wird (Taf. I, Fig. 13—15, Taf. II, Fig. 2). Die obere Zelle wächst zu einem cylindrischen Körper heran, der aus mehreren Stockwerken von je vier quadrantisch geordneten Zellen besteht. (Taf. 1, Fig. 12, 15.) Das oberste Stockwerk (d. h. die vier am Scheitel gelegenen Zellen), aus dem später sich die Kapsel entwickelt, wird schon sehr frühe und wahrscheinlich schon durch die erste Quertheilung angelegt (Figur 12, 15), so dass die Vermehrung der Stockwerke ausschliesslich durch intercalare Theilungen erfolgen dürfte (Taf. I, Fig. 13. Taf. II, Fig. 1 und 2).

Die Bildung der Kapselwand[1]) wird dadurch eingeleitet, dass in den Zellen des obersten Stockwerkes durch Quertheilung vorerst vier flache Deckelzellen abgeschnitten werden (Taf. II, Fig. 1. Taf. I, Fig. 15 und 13 Zellen d). Die Zellen der ihnen anliegenden (eben durch jene Quertheilung gebildeten) Querscheibe zerfallen nun in der gewöhnlichen Weise mittelst je zweier Theilungsschritte (Auftreten von je 2 zu einander senkrechten Längswänden) in Innen- und Aussenzellen. Die Deckelzellen mit den acht Aussenzellen der unteren Querscheibe bilden die Anlage der Kapselwand; die vier Innenzellen die des Sporenraumes. Die letzteren zerfallen nun vorerst abermals in zwei Stockwerke[2])

[1]) *Kienitz-Gerloff* (l. c.) untersuchte *Metzgeria*, welche Gattung in der Entwicklung der Kapsel durchaus mit *Aneura* übereinstimmt.

[2]) Die Angaben *Hofmeister's* (l. c. pg. 24) »dass die Zellen, welche Elateren und die welche Reihen von Sporenmutterzellen erzeugen, sich (wie bei *Frullania*) schon zu der Zeit differenziren, da eine einfache horizontale Zellschicht den ganzen Inhalt der jungen Kapsel ausmacht« kann ich nicht bestätigen.

(Taf. I, Fig. 13). In den Zellen des so gebildeten oberen wechseln nun ziemlich regelmässig Längs- mit Querwänden; in den Zellen des unteren Stockwerkes aber, das viel rascher in die Länge wächst, zeigen schon die ersten Theilwände einen minder regelmässigen und schiefen Verlauf (Taf. II, Fig. 2), der an etwas älteren Stadien noch deutlich hervortritt (Fig. 9) und in Verbindung mit einem fortwährend überwiegenden Längenwachsthume der Kapsel zu jener die Metzgerien und Aneuren so auszeichnenden Anordnung der Reihen von Sporenmutterzellen und Elateren Veranlassung gibt, welche von der der Pellien so verschieden ist. (Vergl. den allgemeinen Theil pg. 31).

Ueber die Keimung der Sporen der Aneuren sind meines Wissens nur von *Kny* [1]) Beobachtungen vorhanden: Die Sporen von *A. pinguis* wachsen, nachdem sie früher bedeutend an Volum zugenommen haben, durch einseitiges Wachsthum zu einem Schlauche aus, der sich durch Scheitelwachsthum verlängert, und in dem Masse durch akropetal auftretende Querwände cylindrische Gliederzellen bildet. Einzelne Gliederzellen wachsen nun senkrecht auf die ursprüngliche Wachsthumsrichtung in Zweige aus, die einige Zeit das Wachsthum des Hauptstrahles wiederholen. Dann aber bildet sich in der Scheitelzelle eine zu ihrer Längsachse schief geneigte vertikal stehende Scheidewand, der sich sehr bald eine nach der entgegengesetzten Seite geneigte aufsetzt. Es ist so eine zweischneidige Scheitelzelle entstanden, die, indem sie abwechselnd nach rechts und links Segmente abgliedert, succesive eine Laubaxe mit normalem Entwicklungsgange erzeugt. *Kny* vermuthet ferner, dass auch der Hauptstrahl sich ähnlich einem Seitenzweige verhalten könne, also in gleicher Weise zu einer normalen Laubaxe auswachsen könne.

Ich studirte die Sporenkeimung bei *A. palmata* und kann die Angaben *Kny's* vollinhaltlich bestätigen. Nur glaube ich, dass die Bildung einer Laubaxe aus Seitenzweigen ein seltener Fall ist, und dass dieselbe in der Regel unmittelbar aus dem Hauptstrahle hervorgeht. (Taf. II, Fig. 3, 4, 6.) In Figur 6 ist ein solches Keimpflänzchen dargestellt: An der Spitze des Gliederfadens hat sich durch zweiseitige Segmentirung ein bandförmiges Gebilde entwickelt, das aus 7 Segmenten besteht. Die Segmente 1—6 waren durch je eine radial verlaufende horizontale Längswand in je 2 übereinander liegende Zellen zerfallen, so dass das junge Pflänzchen in diesem Stadium ein aus zwei übereinander liegenden Zellschichten bestehendes Thallom darstellte. Einen noch späteren Entwicklungszustand stellt Figur 7 dar. Er schliesst sich unmittelbar an den in Figur 6 dargestellten und zwar in der Weise an, dass etwa das dort als Segment 5 bezeichnete dem hier als erstes aufgeführten entsprechen würde. Die Verbreiterung der Laubaxe beginnt hier im Segmente 4, das in der Richtung der Breite schon 2 Zellenreihen zeigt, während die Vermehrung der Zellenzahl in der Längsrichtung schon im Segmente 3 (das aus 2 Stockwerken besteht) eingetreten ist.

[1]) l. c. pg. 89.

Die Seitenzweige verhalten sich ganz in gleicher Weise, wie der Hauptstrahl, und ich möchte schliesslich nur noch erwähnen, dass sich dieselben an ihrer Insertion sehr leicht vom Hauptstrahle loslösen und frei werden. Es verhält sich also der eben erst angelegte Seitenstrahl dem Hauptstrahl gegenüber so, wie die Brutzelle gegenüber dem Thallome.

3. Pseudoneura. Tafel II.

Gottsche: De mexikanske Levermoosser pg. 355, und: Prodromus Florae Novo-Granatensis in Ann. des sc. nat. 1864. T. I, pg. 184.

Die hieher gehörigen Arten wurden in der »Synopsis Hepaticarum« noch der Gattung *Metzgeria* als zweite Abtheilung (§. 2) angereiht, später von *Mitten*[1]) mit Aneura (als Sarcomitrium) vereinigt, und dann von *Gottsche* in der Gattung Pseudoneura von den übrigen Aneuren getrennt, weil hier der mittlere Theil der Frons in Folge seiner Dicke sich von dem einschichtigen Rande scharf abhebt, so dass es im durchfallenden Lichte den Anschein hat, als sei er, ähnlich wie bei *Metzgeria,* von einem Nerven durchzogen.

Die mir von Herrn *Buchanan* aus Neu-Seeland zugesandte Art bestimmte ich als *Ps. eriocaula,* wenigstens stimmt sie mit der *Hooker*'schen Abbildung und Beschreibung[2]) durchaus überein: An einem fast runden und nur wenig flachgedrückten Hauptstamme sitzen paarweise rechts und links und meistens auf gleicher oder nahezu gleicher Höhe Seitenäste, welche selbst wieder doppelt gefiedert erscheinen. Die Lacinien letzter Ordnung sind lineal mit abgerundetem oder ausgerandetem Ende. Die Fiederpaare erster Ordnung stehen am Hauptstamme ziemlich entfernt und in gleichen Abständen; viel gedrängter stehen die zweiter Ordnung, während die dritter Ordnung meist keine regelmässige Stellung zeigen, wo dann der Charakter der fiederförmigen Anordnung fast ganz verloren geht, und eher eine handförmige Theilung hervortritt.

Die Spitze des Hauptsprosses ist im Gegensatze zu der tiefbraunen Farbe der älteren Theile heller gefärbt, erscheint weiters deutlich flach gedrückt und sammt den kurzen und ähnlich aussehenden Zweigen gegen das Substrat concav gekrümmt, und hat so ganz den Charakter der Sprossenden vieler Aneuren. (Vergl. die Abbildung *Hooker's* l. c. fig. 2.)

Der Querschnitt des Hauptstammes hat die Form einer Ellipse. Er zeigt ein weitzelliges helleres inneres Gewebe, welches von 3 bis 4 Schichten braungefärbter, ziemlich dickwandiger und kleinerer Zellen umgeben ist. Die darauf folgende peripherische Schichte besteht wieder aus dünnwandigeren Zellen, die aber grossentheils zu kurzen einzelligen Papillen ausgewachsen sind, wodurch die Oberfläche des Hauptsprosses flaumig (die Beschreibungen sagen: pubescens) erscheint. Die Zellen sind im Innern am längsten und werden nach der Peripherie hin allmälig kürzer, bis die der oberflächlichen Schichte an Länge und Breite nur unmerklich differiren.

[1]) In *Hooker:* »Flora Novae Zelandiae« T. II, pg. 167.

[2]) Musci exot. Tab. 72, Fig. 1.

Ganz ähnlich gebaut sind die Aeste (Seitenzweige erster Ordnung); nur ist das axile dünnwandigere Gewebe verhältnissmässig weniger mächtig; die Papillen der Oberflächenzellen sind kürzer und es verliert sich daher das flaumige Ansehen, wie es der Hauptstamm in so ausgezeichneter Weise zeigt, fast gänzlich.

Ganz anders gebaut zeigen sich die Lacinien (Zweige dritter Ordnung). Hier fehlt das innere dünnwandige Gewebe ganz und der Spross besteht fast in seiner Gänze aus einem Bündel ziemlich langgestreckter gebräunter und sehr dickwandiger Zellen, das nur von einer aus einer Zellschicht gebildeten Lage dünnwandiger und kurzer Zellen, welche in gleicher Weise sehr zahlreich zu konischen Papillen ausgewachsen sind, umgeben erscheint. Es entspricht diese Schichte also der am Stämmchen und den Aesten oberflächlich gelegenen Schichte. Sie setzt sich beiderseits in eine sehr schmale nur aus einer Zellschicht bestehende Laubfläche fort, wodurch eben die Lacinie wie geflügelt und dadurch, dass die Randzellen papillenartig vorstehen, wie gesägt erscheint.

Die Zweige zweiter Ordnung halten in ihrem Baue gewissermassen die Mitte zwischen denen erster Ordnung und den Lacinien; in so ferne nämlich, als sich in der Axe ihres Querschnittes noch eine oder ein paar dünnwandige Zellen finden (die übrigens öfters auch fehlen können) und als die einschichtige Laubfläche nicht vorhanden ist.

Nur der Hauptspross zeigt unbegrenztes Längenwachsthum[1]). Wir finden daher an von der Spitze desselben entfernteren Zweigsystemen nirgends mehr einen in Fortbildung begriffenen Vegetationsscheitel, und wir müssen, um die Gesetze der Zellvermehrung in selbem aufzufinden, entweder den Hauptspross selbst oder die jüngsten noch unentwickelten Zweige zur Untersuchung wählen. Da zeigt es sich nun, das *Pseudoneura* in dieser Beziehung durchaus mit *Aneura* übereinstimmt. Es gilt dies ebenso in Bezug auf Form und Theilung der Scheitelzelle, als auch auf die Entwicklung der Segmente (nach dem Typus der *A. pinguis*) und der Anlage der Zweige. Auch bilden sich in gleicher Weise aus den ersten Flächenzellen der Ventralseite Keulenhaare, die über den Sprossscheitel hinübergekrümmt erscheinen. Sie zeigen auch hier so wie bei einigen Aneuren regelmässige zweizeilig alternirende Stellung. Zunächst des Sprossscheitels sind sie deutlich erkennbar, da dort die Entwicklung der Oberhautpapillen noch nicht so weit vorgeschritten ist. An älteren Sprosstheilen werden sie durch die letzteren verdeckt, doch lassen sie sich mit einiger Mühe auch dort noch (durch ihre keulige Form und viel dünneren und hellgefärbten Wände) auffinden. Entfernter von der Spitze sind sie geradezu das einzige Erkennungsmerkmal der Ventralfläche gegenüber der Dorsalfläche des Sprosses, während nach der Spitze die erstere viel stärker gekrümmt ist, als die letztere.

Es kommt öfters vor, dass der Hauptspross, ohne sich über die zwei letzten Zweigpaare fortzusetzen, unmittelbar über deren Insertion in ein stumpfes Wärzchen endigt, so

[1]) Uebrigens kommt es, wiewohl selten, vor, dass ein Seitenspross in seiner Entwicklung den Hauptspross wiederholt.

dass dadurch eine Art falscher Dichotomie (Gabelung) gebildet wird. Wir finden dies auch an Seitenzweigen erster Ordnung. Es hat diese Erscheinung offenbar ihren Grund darin, dass der (relative) Hauptspross unmittelbar nach Anlage der Seitenzweige sein Wachsthum einstellt. Es kommt dies namentlich häufig vor an weiblichen Individuen und in der Region, wo die Geschlechtsäste sich bilden, so dass dadurch die einzelnen Zweigsysteme in Folge ihrer viel gedrängteren Stellung vielfach übereinander geschoben werden und gewissermassen zu Büscheln vereint erscheinen.

Die Geschlechtsorgane finden sich an verschiedenen Individuen. Antheridien wie Archegonien sind immer in grösserer Zahl zu Ständen vereint. Jeder solche Stand entspricht, genau so wie bei *Aneura*, einer Auszweigung. Solche Geschlechtssprosse treten an manchen Individuen in sehr grosser Zahl auf und namentlich männliche zeigen oft bis zu 50 und mehr Antheridienstände.

Die Antheridiensprosse entsprechen den Lacinien, d. h. den Zweigen dritter Ordnung (Tafel II, Figur 10). Die Stellung dieser Zweige ist, wie ich schon oben erwähnte, nicht immer eine vollkommen regelmässige. Die untersten allerdings stehen noch meist paarweise auf gleicher Höhe, weiter gegen die Spitze des Astes (Sprosses zweiter Ordnung) stehen sie aber einzeln in verschiedener Höhe und zeigen überhaupt auch in Bezug auf ihre Ausbildung grössere Verschiedenheiten.

Fast regelmässig sind die untersten Lacinien jedes Zweiges zu Antheridienständen ausgebildet, die daher an dieser Stelle meist paarweise [1]) stehen. Aber auch höher am Zweige befindliche Lacinien werden zu Antheridiensprossen, die dann in gleicher Weise, wie die entsprechenden Lacinien steriler Sprosse einzeln gestellt erscheinen (Taf. II, Fig. 11).

Die Antheridiensprosse sind etwas kürzer als die sterilen Lacinien, dabei halbmondförmig nach rückwärts und nach der Ventralseite des Tragzweiges gekrümmt und liegen diesem entweder nur mit ihrer Spitze oder mit ihrer vorderen Hälfte dicht an. Ihre Dorsalseite erscheint in Folge der Aufrichtung der Seitenränder rinnig, und in ihr finden sich ganz eingesenkt in die Laubsubstanz zwei alternirende Reihen von Antheridien. Ich fand öfters Sprosse, an denen jede Reihe aus 12 und mehr Antheridien bestand, so dass die Zahl dieser Organe schon an einem Stande ziemlich beträchtlich ist [2]).

[1]) In der Zeichnung Tafel II, Fig. 10 stehen die Antheridienstände durchaus einzeln, da von jedem Paare der Eine künstlich entfernt wurde, um die Zeichnung nicht zu verwirren.

[2]) *Hooker* beschreibt in seiner Flora antarctica T. 2, pg. 445 die Antheridienstände von *Ps.* (Jungermannia) *prehensilis* (mit welcher diesbezüglich *J. eriocaula* übereinstimmen soll) folgendermassen: »Perigonia clavata, e ramo pinnato frondis constantia, lobulis pinnisve incurvis, singulis antheram majusculam sphericam pedicellatam foventibus«. Es scheint nach dieser Beschreibung, dass der von mir als fertile (und unverzweigte) Lacinie bezeichnete Antheridienstand von *Hooker* als ein Verzweigungssystem aufgefasst wurde, in welchem jede sekundäre Lacinie ein Antheridium producirte. Verstehe ich nun die *Hooker*'sche Beschreibung richtig, so dürfte zu seiner Ansicht vielleicht der Umstand beigetragen haben, dass die beiden kammförmig über die Dorsalseite aufstehenden Sprossränder dadurch, dass sie neben jeder Antheridie etwas verlängert sind, gelappt erscheinen, welche Lappen dann *Hooker* als Fiedersprösschen deutete. (Man vergl. Taf. II, Fig. 11.)

Es geht schon aus dieser Beschreibung hervor, dass der Bau der Antheridienstände bei *Pseudoneura* im Wesentlichen durchaus mit dem bei *Aneura* übereinstimmt und obwohl ich nicht Gelegenheit hatte, die Anlage der Antheridien zu studiren, so zweifle ich doch keinen Augenblick, dass auch in dieser Beziehung mit *Aneura* vollkommene Uebereinstimmung herrscht.

Die Archegonien tragenden Sprosse haben im Allgemeinen dieselbe Lage wie die Antheridienstände, sind also die untersten Lacinien eines Seitensprosses, und finden sich an dieser Stelle meist paarweise vor. In der Regel ist an tieferen Theilen des Hauptsprosses in Bezug auf die Ausbildung des Verzweigungssystems ihre Vertheilung die, dass die Aeste erster Ordnung nach Bildung zweier einander gegenüberstehender Auszweigungen in ihrem Wachsthume stillstehen (vergl. oben), und dass die untersten Lacinien dieser Auszweigungen nun zu Archegonienständen ungebildet sind. An tieferen Stammtheilen findet man also die Archegonienstände als metamorphosirte Sprosse dritter Ordnung. Es wiederholt sich aber am Hauptsprosse die Auszweigung in fruchtbare Seitensprosse mehrmals und es sinkt in dem Masse, als man gegen seine Spitze fortschreitet, die Archegonienbildung succesive auf Sprosse niederer Ordnung, so dass man zu höchst am Hauptstamme die Archegonienstände unmittelbar an Seitenaxen erster Ordnung (ebenfalls zu zwei auf gleicher Höhe) und in sehr seltenen (und nur ein paarmal beobachteten) Fällen unmittelbar am Hauptsprosse (also als metamorphosirte Axen erster Ordnung) auffinden kann.

Auch die Archegonienstände sind, in gleicher Weise wie die Antheridienstände, nach der Ventralseite des Tragsprosses gerückt und gekrümmt. Es finden sich immer nur wenige Archegonien vor, die in ihrem Bau sowohl, als auch in Bezug auf ihre Stellung durchaus mit denen bei *Aneura* übereinstimmen. Die mächtige und sehr dicke Kalyptra ist in der Jugend glatt, später erscheint sie durch Papillenbildung der Oberflächenzellen flaumig. An ihrer Spitze befindet sich der zu einem Krönchen (wie bei Aneura) umgewandelte Archegonienhals, der aber lange erhalten bleibt und auch an in der Entwicklung schon sehr vorgeschrittenen Früchten noch zu sehen ist (Taf. II, Fig. 12).

Auch die Entwicklung des Sporogons, die Verdickung der Kapselwand, die Ausbildung der Elateren und deren Stellung an der Spitze der vier Klappen der geöffneten Kapsel, hat *Pseudoneura* durchaus mit *Aneura* gemein. Gleich übereinstimmend ist auch der Bau des Stieles, an dessen unterem Ende die Zellen (etwa wie bei *Frullania)* papillös ausgewachsen sind.

4. Pellia. Taf. III.

Das Spitzenwachsthum der *Pellia epiphylla* wurde schon zu wiederholten Malen und in eingehender Weise studirt. *Hofmeister*[1]), der die Entwicklung der Pflanze von der Spore

Eine ähnliche wohl von *Taylor* herrührende Beschreibung findet sich übrigens auch schon in der Synopsis Hepaticarum pg. 506.

[1]) Vergl. Untersuchungen pg. 11.

aus untersuchte, gibt an, dass am Scheitel derselben eine Reihe gleichwerthiger Scheitelzellen vorhanden seien. In diesen geschehe die Zellvermehrung in der Richtung der Sprossaxe, an Keimpflanzen durch schiefe abwechselnd nach der Rücken- und Bauchseite geneigte Wände, an älteren Trieben hingegen durch (auf der Lauffläche senkrecht stehende) Querwände. Neben diesen Theilungen und mit ihnen abwechselnd, treten nun auch auf der Laubfläche senkrecht stehende, der Sprossaxe parallele Wände auf, wodurch fortwährend die Zahl der nebeneinanderliegenden Scheitelzellen vermehrt wird. Die durch die letzterwähnte Theilung rechts und links aus der Scheitelregion hinausgerückten Zellen vermehren sich nun sehr rasch in der Richtung der Sprossaxe, in Folge dessen überholen die den Scheitel begrenzenden Seitenränder das Längenwachsthum des letzteren, der daher in eine Bucht zu liegen kommt. Mit diesen Angaben stimmt auch die Darstellung *Knys*[1]), der das Wachsthum älterer Sprosse studirte, vollkommen überein, während dagegen *C. Müllers*[2]) Angaben trotz der betonten Uebereinstimmung mit *Hofmeister* in manchen wesentlichen Punkten abweichen. Dies gilt zuerst für die Keimpflanzen: *Hofmeister* bemerkt ausdrücklich, dass die in der Scheitelzelle des jungen Pflänzchens auftretenden schiefen Wände gegen die Flächen desselben wechselnde Neigung zeigen (l. c. pg. 11), und dass, wenn sich die Zahl der Scheitelzellen durch Längstheilungen vermehrt, sich »die ganze Reihe der Scheitelzellen andauernd durch zur Ober- oder zur Unterfläche der Pflanze geneigte Wände theile«, während *Müller* die Neigung der schiefen Wände nach rechts und links angibt, also einen Theilungsvorgang, wie bei *Metzgeria* voraussetzt. — Auch für die weiter entwickelten Keimpflanzen bestätigt *Müller* die Angaben *Hofmeister's* nur theilweise. Nur solche Sprosse nämlich, welche bei relativ gemässigtem Längenwachsthume sehr stark in die Breite wachsen, zeigen in ihren Scheitelzellen Theilwände, die auf der Laubfläche senkrecht stehen und theils parallel, theils senkrecht zur Sprossaxe verlaufen; während sehr rasch in die Länge wachsende Sprosse eine einzige Scheitelzelle zeigen, deren Wachsthum und Theilung ganz derjenigen von *Metzgeria* gleich ist.

Was zuerst das Wachsthum der aus dem Keimungsstadium schon herausgetretenen Sprosse betrifft, so ist die Darstellung *Hofmeister's* in Bezug auf die thatsächlichen Verhältnisse für *P. epiphylla* durchaus richtig. Bei *P. calycina* aber sehen wir in so fern einen complicirteren Theilungsmodus eintreten, als statt der auf der Laubfläche senkrecht stehenden Querwände schiefe, abwechselnd nach der Rücken- und Bauchseite geneigte Wände erscheinen[3])

[1]) in *Pringsheim's* Jahrbüchern Bd. IV.

[2]) Wachsthum des Veget.-punktes . . . in *Pringsheim's* Jahrbüchern Bd. V, pg. 257.

[3]) Schon dieses Merkmal unterscheidet die beiden sonst so nahe verwandten Arten. Ein weiterer Unterschied besteht auch darin, dass bei *P. epiphylla* die Keulenhaare auf beiden Seiten des Sprossscheitels sich bilden, während sie bei *P. calycina* nur an der Ventralseite vorkommen. Letzterer Art fehlen aber auch jene quergestellten Verdickungsbänder, wie sie in so ausgezeichneter Weise in den Zellen der medianen Thallusparthieen bei *P. epiphylla* erscheinen, und es treten nur viel schwächere und in der Richtung der Längsaxe des Sprosses verlaufenden Verdickungsstreifen auf.

(Fig. 4, Taf. III). In Bezug auf das Wachsthum der Keimpflänzchen vermag ich aber weder den Angaben *Hofmeister's* noch denen *Müller's* beizustimmen, und ich werde später, bei Beschreibung der Sporenkeimung auf diese Verhältnisse zu sprechen kommen.

In Bezug auf die Verzweignng der Sprosse sind die Angaben der genannten Forscher, was die Constatirung der thatsächlichen Verhältnisse betrifft, im Allgemeinen übereinstimmend; sie weichen aber in der Deutung wesentlich von einander ab. *Hofmeister* bezeichnet die Verzweigung als unechte Dichotomie, indem er annimmt, dass der (relative) Hauptspross, nach Anlegung zweier rechts und links an demselben sich bildender lateraler Sprossungen, sein Wachsthum einstelle und durch die sich stärker entwickelnden und mit ihm verwachsenen Seitensprosse in die Breite gezogen werde; wodurch »während der Entfaltung der als unechte Dichotomie angelegten Paare von Seitenaxen die Spur der jeweiligen Hauptaxenenden vollständig verwischt werde«[1]). In Bezug auf das Detail der Zellvermehrung gibt *Hofmeister*[2]) an, dass der bei beginnender Verzweigung in der Einbuchtung des Vorderrandes sich bildende Mittellappen (als unmittelbare Fortsetzung des relativen Hauptsprosses) aus einer Zelle, »welche die tiefste Stelle der Bucht einnimmt«, entstehe, und er führt in gleicher Weise auch die Anlage der Seitensprosse auf die Anlage aus einer Zelle zurück. In Consequenz dieser Darstellung müssen mir also annehmen, dass unmittelbar vor dem Sichtbarwerden der Verzweigungsanlage im Scheitel des Sprosses drei Zellen nebeneinander liegen, von denen die mittlere Zelle in Folge weiterer Theilungen den Hauptspross fortsetzt, die beiden rechts und links gelegenen Zellen aber zu Seitensprossen auswachsen. Mit dieser aus den Darlegungen *Hofmeister's* sich ergebenden Annahme stimmt auch seine Abbildung einer Verzweigungsanlage auf Tafel IV, Figur 23 durchaus überein: Wir erkennen da den Mittellappen deutlich als aus einer Randzelle entstanden und weiters, dass in den rechts und links von ihm und an seiner Basis gelegenen Einbuchtungen nur je eine Zelle (als Anlage der künftigen Seitensprosse) vorhanden ist. Ob diese beiden Zellen nun aber direct von der »den Hauptspross fortsetzenden« (d. i. den Mittellappen bildenden) Zelle abstammen, und wenn ja, in welcher Weise ihre Abschneidung geschehe, darüber hat sich *Hofmeister* nicht weiter ausgesprochen.

Kny sieht in den im Vorderrande der Einbuchtung gelegenen Zellen lauter gleichwerthige Randzellen: »Steht eine Verdoppelung der Scheitelregion bevor, so vermehren sich die terminalen Randzellen im Grunde der Einbuchtung bis fast auf das Doppelte der früheren Zahl« . . . »Bald darauf springen erst eine oder zwei, später, seitlich sich anschliessend, mehrere Randzellen in Form eines Lappens in der Mitte der Ausbuchtung vor. Die Verästelung ist hiermit entschieden, und der Mittellappen, welcher jedem der beiden

[1]) Allgemeine Morphologie . . pg. 433.
[2]) Vergl. Unters. pg. 12 et seq.

Tochtersprosse zur Hälfte angehört, vergrössert sich ganz ebenso, wie die von ihm abgekehrten Seitenränder derselben etc.« . . . Nach der Auffassung *Kny's* geht also der Scheitel des relativen Hauptsprosses ganz in der Bildung der beiden Gabelzweige auf; der Mittellappen ist nicht die unmittelbare Fortsetzung des Hauptsprosses, sondern ein den beiden Seitensprossen zu gleichen Theilen angehöriges Gebilde, und es muss daher der bei *Pellia* zum Ausdruck gelangende Verzweigungsmodus als echte Dichotomie aufgefasst werden.

Nach meinen Untersuchungen halte ich es vorerst für zweifellos, dass die Anlage zur Bildung des Mittellappens von einer Randzelle ausgeht. Wir sehen dies aus Figur 1, 2, 3, und ich glaube, dass schon dadurch die Unhaltbarkeit der *Kny*'schen Vorstellung dargethan ist. Aber ebenso wenig vermag ich der Anschauung *Hofmeister's*, den Mittellappen als Fortsetzung des Hauptsprosses aufzufassen, beizustimmen. Das Stadium der Auszweigung, wie es Fig. 1 darstellt, entspricht in der Anordnung der Zellen durchaus dem, wie ich es seinerzeit für *Blasia* angegeben habe [1]). Auch dort schiebt sich ganz in gleicher Weise zwischen den beiden Scheiteln ein Mittellappen (C) hervor. Dieser wird aber in seiner Gänze zu einem Seitenblatte, das also einem der beiden Gabelsprosse angehört. Weiters ist der Theilungsvorgang in den den Scheitel einnehmenden Zellen bei *Blasia* und *P. calycina* durchaus gleich, und es besteht der einzige Unterschied im Wachsthume dieser beiden Pflanzen nur darin, dass bei *Blasia* aus den einzelnen aus dem Scheitel als Segmente ausgeschiedenen Zellen morphologisch abgegrenzte Gebilde (die Blattorgane) sich entwickeln, während bei *Pellia* sich dieselben zur continuirlichen Laubfläche ausbilden. Weiters habe ich schon im allgemeinen Theile die Ansicht zu vertreten gesucht, dass wir auch bei *Pellia*, so wie bei allen anderen demselben Wachsthumstypus folgenden Lebermoosen, die Fortbildung des Sprosses als von einer Scheitelzelle ausgehend annehmen müssen, und es gelten hier somit alle Gründe, die ich für *Blasia* anführte, um die Ansicht begründet erscheinen zu lassen, die Verzweigung sei als aus einem Segmente hervorgehend, also als unechte Dichotomie aufzufassen. Ich halte also den einen Scheitel als den Scheitel des Hauptsprosses, den andern als den eines Seitensprosses, der aus einem Segmente des ersteren in der Weise entstanden ist, dass sich dasselbe in die neue Scheitelzelle und einen dem Muttersprosse zugekehrten Theil spaltete, der zum »Mittellappen« auswuchs [2]).

Die Entstehung von Adventivsprossen aus einzelnen oberflächlichen Zellen an der Dorsalseite der Frons wurde schon von *Hofmeister* erwähnt. Es bilden sich solche Sprosse nicht blos an der Mittelrippe, sondern auch an der einschichtigen Laubfläche und auch an der Ventralseite. Ich verfolgte sie in ihrer Anlage zurück, bis in das Stadium, wo sie als

[1]) Untersuchungen über die Lebermoose. Heft I, Taf. I, Fig. 11. Vergl. auch pg. 32.

[2]) Die Zusammengehörigkeit von Mittellappen und Seitenspross bezieht sich aber nur auf das Anlagestadium und den Jugendzustand des ersteren. Es ist selbstverständlich, dass sich derselbe später an seiner dem Muttersprosse zugekehrten Seite auch durch Zuwachs, der von Segmenten des letzteren ausgeht, vergrössern muss.

kleine kaum über die Laubfläche sich erhebende Höcker erschienen, an denen aber eine regelmässige Anordnung der Zellen nicht zu erkennen war. Sie in ihrer Anlage weiter zurückzuverfolgen, musste ich aus Mangel an geeignetem Material unterlassen.

Bei *P. epiphylla* ist bekanntlich der Scheitel beiderseits mit kurzen zweizelligen Keulenhaaren bedeckt. Wie *Kny* zeigte, entstehen sie aus den durch die auf der Laubfläche senkrecht stehenden Querwände abgeschnittenen Zellen. Bei *P. calycina* bilden sie sich nur an der Ventralseite; ich vermag aber nicht zu sagen, ob zu ihrer Entwicklung nur ganz bestimmte Zellen oder, wie es wahrscheinlicher ist, jede durch eine schiefe nach der Bauchseite geneigte Wand abgeschnittene Zelle befähigt ist. Eine bestimmte und regelmässige Stellung lässt sich an ihnen wenigstens in keiner Weise nachweisen.

Betreffs der Anlage der Geschlechtsorgane weiss ich den Angaben *Hofmeister's* nichts Wesentliches beizufügen. Das Antheridium entsteht aus einer Oberflächenzelle, die zuerst als papillöse Ausstülpung über die Sprossoberfläche hervortritt. Die erste Querwand tritt nun nicht, wie in vielen ähnlichen Fällen in der Höhe der Sprossoberfläche, sondern viel tiefer im Gewebe auf (Fig. 4), so dass also die durch sie abgeschnittene und zum Antheridienkörper werdende Endzelle schon der Anlage nach grösstentheils in das umliegende Gewebe versenkt erscheint. Schon bald nach dem Sichtbarwerden der Antheridienanlage erheben sich auch die umliegenden Zellen wallartig, und überwölben in Folge viel rascheren Wachsthumes die junge Antheridie, die endlich in eine nur durch einen engen Porus (oder Spalte) geöffnete Höhlung zu liegen kommt. Der Stiel des Antheridiums ist immer am Grunde der Höhlung und zwar an der basiskopen Wand derselben inserirt. Ebenso erfüllen junge oder während der Entwicklung abgestorbene Antheridien nur die hintere Hälfte der Höhle; in gleicher Weise, wie ich dies seinerzeit auch für *Blasia* bekannt gemacht habe.

Auch die Anlage und Entwicklung der Archegonien wurde von *Hofmeister* ausführlich beschrieben. Auch sie entstehen unmittelbar am Scheitel und es zeigen die ersten Archegonien einer Gruppe deutlich akropetale Entstehungsfolge, die erst später, wenn an der Basis schon gebildeter und fast ausgewachsener Archegonien noch weiters neue angelegt werden, nicht mehr zu erkennen ist.

Mit der Anlage der ersten Archegonien hält die Bildung der sie einschliessenden Hülle gleichen Schritt. So wie *Hofmeister* angibt, wird sie immer zuerst an der der Sprossbasis zugekehrten Seite sichtbar und schliesst erst später und allmälig ganz (P. calycina) oder nur theilweise (P. epiphylla) zusammen.

Die Entwicklung der befruchteten Eizelle zum Sporogon wurde von *Hofmeister,* später von *Kienitz-Gerloff* [1]) untersucht. Ein wesentlicher Unterschied in den Angaben beider Forscher besteht nur darin, dass *Hofmeister* ein peripherisches Dickenwachsthum der jungen Kapsel annimmt, in der Weise, dass die Kapselwand erst spät, nachdem im Innern schon zahlreiche

[1]) Bot. Zeitung 1874.

Theilungen stattgefunden haben und durch selbe der Grund zur fächerförmigen Anordnung der Zellreihen schon gelegt ist, differenzirt wird, während *Kienitz-Gerloff*, die Differenzirung der Kapsel in Wand und Sporenraum in die jüngsten Stadien der Fruchtanlage verlegt. Ich stimme in dieser Beziehung und überhaupt in allen wesentlichen Punkten mit *K.-G.* überein, und ich kam nur in einer Beziehung zu einer etwas andern Auffassung. *K.-G.* ist nämlich der Ansicht, dass der Grund zu der schon von *Hofmeister* beschriebenen fächerförmigen Anordnung der Kapselinhaltszellen schon in der Richtung der ersten im Sporenraume sich vollziehenden Theilungen zu suchen sei. Dagegen muss ich bemerken, dass auch an Kapseln, an denen die Wand schon zweischichtig geworden ist, diese fächerförmige Anordnung noch in keiner Weise hervortritt (Taf. III, Fig. 5). Es wird diese erst mit dem Zeitpunkte erkennbar, wenn die Sporenmutterzellen einmal unterschieden werden können, und ich glaube, dass die fächerförmige Anordnung mit der Entwicklung dieser zusammenhängt, und somit durch die Richtung der früheren Zelltheilungen in keiner Weise beeinflusst wird. Wie nämlich schon *Hofmeister*[1]) beobachtete, bilden sich aus den in der Axe der jungen Frucht liegenden Zellen nur Elateren und keine Sporenmutterzellen. Ich will hinzusetzen, dass dieser nur Elateren erzeugende axile Zellstrang nicht bis an den Scheitel der Kapsel, sondern nur etwa bis zu zwei Dritttheilen ihrer Höhe hinaufreicht, so dass also in dem oberen Drittel wieder Sporenmutterzellen und Elateren gleichmässig gemengt erscheinen. Daraus folgt aber, dass mit der Ausbildung der Sporentetraden im oberen Theil der Kapsel ein viel stärkeres Breitenwachsthum stattfinden muss, als in dem unteren, und dadurch, glaube ich, wird die endliche strahlige Anordnung (und die garbenförmige Zertheilung des Elaterenbündels in seiner oberen Hälfte) hervorgebracht.

Die Bildung der Sporen aus den Sporenmutterzellen wurde schon zu wiederholten Malen und in letzter Zeit wieder von *Strasburger*[2]) auf das Sorgfältigste untersucht und ich kann es hier wohl unterlassen, Altbekanntes zu wiederholen.

Die Sporen von *Pellia* sind bekanntlich mehrzellig. Für *P. epiphylla* gibt *Hofmeister* an, dass die eiförmige Spore (ihre Längsaxe liegt in Bezug auf die Sporenmutterzelle radial) sich vorerst durch eine Querwand, und jede der so gebildeten Schwesterzellen abermals in gleicher Richtung theilen, so dass die Spore zur Reifezeit aus vier in einfacher Reihe geordneten Zellen (zwei scheibenförmigen und zwei halbsphärischen) bestehe.

Es ist dies zweifellos der häufigste Fall, wenn auch mancherlei Unregelmässigkeiten vorkommen, sei es, dass die erste Theilungswand weiter gegen ein Sporenende verschoben oder etwas schief gestellt erscheint, oder dass, wie auch *Hofmeister* angibt, die ersten Theilhälften der Sporen statt abermals durch Querwände, durch Längswände getheilt erscheinen. Ebenso sicher aber ist es, dass die Sporen von *P. calycina* einem anderen

[1]) Vergl. Untersuchungen pg. 20.
[2]) Zellbildung und Zelltheilung. II. Auflage pg. 151.

Theilungsgesetze folgen[1]). In der grössten Mehrzahl der Fälle ist die erste Theilwand gegen die Längsaxe der Spore unter sehr spitzem Winkel geneigt (Fig. 10, 11). In den beiden so gebildeten Längshälften und zwar meist abwechselnd den entgegengesetzten Enden der Sporen näher, setzen sich an die erste Längswand nun Querwände an, deren eine in diesem Falle schon die zum Rhizoid auswachsende Endzelle abschneidet; dann bilden sich (in diesem Falle näher der Sporenmitte) weitere Querwände, worauf dann in einzelnen oder mehreren Zellen Längswände folgen. Die Spore stellt also zur Zeit der Kapselreife einen Zellkörper dar, der im Allgemeinen aus vier Stockwerken aufgebaut ist, von denen die mittleren immer mehrzellig sind und meist aus vier quadrantisch geordneten Zellen bestehen[2]).

Es ist interessant, mit diesem verschiedenen Aufbau der Sporen beider Arten die Verschiedenheit im Scheitelwachsthum erwachsener Pflanzen zu vergleichen. Bei *P. epiphylla* theilen sich die im Scheitel gelegenen Randzellen (Scheitelzelle und jüngste Segmente) durch quergestellte, bei *P. calycina* durch schiefe wechselnd nach der Rücken- und Bauchseite geneigte Wände, und in gleicher Weise sehen wir in den Sporen gewissermassen schon den entsprechenden Theilungstypus angedeutet, in so weit, als auch bei ihnen als Ausdruck des Längenwachsthums in dem einen Falle Querwände, in dem andern schiefgestellte auftreten.

Hofmeister hat darauf aufmerksam gemacht, dass die im Beginne der Keimung zum Rhizoid auswachsende Endzelle (Fig. 6, 14) schon beim Ausstäuben der Sporen an ihrem viel geringeren Gehalt an Chlorophyll erkennbar ist. Es lag mir nun daran, zu erfahren, ob diese also schon als Rhizoidmutterzelle praedestinirte Zelle in Bezug auf die Entstehung der Sporen in der Sporenmutterzelle eine morphologisch bestimmte Lage habe. Es leiteten mich dabei folgende Erwägungen: Es ist leicht zu constatiren, dass die Sporen einer Sporentetrade, schon zur Zeit, als sie noch mit einander verbunden sind, in die Länge gezogen erscheinen, und dass ihre Längsaxen in dem Radius der Sporenmutterzelle liegen[3]). Auch zeigen sich die Sporen fast nie als Ellipsoide, sondern sind, wie ja auch schon *Hofmeister* angab, meist eiförmig. Wir unterscheiden daher an der Spore in der Regel ein schmäleres und ein breiteres Ende, und es ist wohl höchst wahrscheinlich, dass diese Form durch die Lage der Spore in der Tetrade bestimmt erscheint, und dass wir in diesem

[1]) *N. J. C. Müller* in Pringsheim's Jahrbüchern Bd. V, pg. 257 gibt nur an, dass die Sporen von *P. calycina* schon vor der Aussaat aus zwei Zellreihen bestehen.

[2]) Uebrigens ist dies auch bei *P. epiphylla* fast durchwegs der Fall. Es gleichen sich also die Sporen beider Arten in Bezug auf die Zellgruppirung in einer bestimmten Lage — wenn nämlich die von *P. calycina* in der Richtung senkrecht auf die erste Theilungswand gesehen werden — durchaus (man vergleiche Fig. 7 und 13b). Während aber bei *P. epiphylla* das Bild nach erfolgter Drehung um 90° gleich bleibt, wird bei *P. calycina* in dieser veränderten Lage die erste Längswand sichtbar und die Stockwerkshälften fallen nicht mehr in gleiche Höhe (Fig. 13a, 13c).

In »*Gottsche* und *Rabenhorst:* Hepaticae europaeae ist unter Nr. 457 eine *Pellia epiphylla var.* intermedia als eine zu *P. calycina* hinüberleitende Mittelform mitgetheilt. Der Sporenbau ist durchaus der für *P. epiphylla* typische.

[3]) Vergl. *Hofmeister* in Vergl. Unters. Taf. VI, Fig. 2.

Sinne die breiteren Enden als die nach aussen liegenden, und die schmäleren als jene ansehen müssen, mit denen sich die Sporen einer Tetrade berühren[1]). Liesse sich nun constatiren, dass an eiförmigen Sporen die Rhizoidmutterzelle immer an demselben Ende — dem schmäleren oder dem breiteren — gelegen sei, so könnte man allerdings mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit angeben, ob das Auswachsen der Spore zum Pflänzchen in Bezug auf deren Lage in der Sporenmutterzelle in centrifugaler oder centripetaler Richtung stattfinde. In diesem Sinne habe ich nun eine sehr grosse Zahl von Sporen beider Arten untersucht, aber es war mir nicht möglich, zu einer sicheren Antwort zu gelangen. In der Regel ist allerdings die Rhizoidmutterzelle am schmäleren Ende der Spore gelegen[2]); aber ich fand wieder Sporen, wo das Gegentheil der Fall zu sein schien, und ich vermag also nicht, in dieser Beziehung eine bestimmte Angabe zu machen.

In Bezug auf die Keimung der Sporen von *P. epiphylla* gibt *Hofmeister* an, dass vorerst die Rhizoidmutterzelle zu einem Rhizoid auswachse, dass dann die benachbarten Stockwerke ihre Zellen vorzüglich in der Richtung des einen Querdurchmessers vermehren, also vorzüglich Breitenwachsthum zeigen, und dass dann die Scheitelzelle durch eine Längswand getheilt werde. Das Längenwachsthum des Pflänzchens gehe nun von einer oder von beiden dieser am Scheitel gelegenen Zellen aus, und erfolge in der Weise, dass sich dieselben durch schiefe abwechselnd nach den Flächen des jungen Pflänzchens geneigte Wände theilen, zu gleicher Zeit aber auch durch verticale Längswände vermehrt werden. Während dieses Vorganges legt sich das junge Pflänzchen, das anfangs in Folge des Eindringens der ersten Wurzelfaser in den Boden vertikal stand, durch ungleichseitiges Längenwachsthum an der Basis, der Unterlage an. Sechs bis acht Wochen nach der Aussaat bilde sich nun auf die schon oben (pag. 53) erwähnte Weise die erste Verzweigung und es kehre nun die Pflanze zu einer einfacheren Weise der Zellvermehrung zurück, dadurch dass die Theilung in den im Scheitel gelegenen Zellen nicht mehr durch schiefe Wände, sondern durch Querwände erfolge.

C. Müller studirte die Keimung der Sporen von *P. calycina*. Ich habe schon oben (pg. 53) auf die wesentlichen Differenzen mit den Angaben *Hofmeister's* aufmerksam gemacht, und will hier nur erwähnen, dass *Müller* annimmt, das Wachsthum der Keimpflänzchen geschehe durch eine Scheitelzelle, die sich wie bei *Metzgeria* theile, und weiter, dass diese Scheitelzelle auch aus Zellen der mittleren Stockwerke hervorgehen könne[3]).

Grönland[4]) geht auf die Art der Zelltheilung nicht weiter ein, und berücksichtigt vorzüglich nur die Gestaltveränderungen des Keimpflänzchens. Auch er bestätigt die von

[1]) *Hofmeister* l. c. Taf. IV, Fig. 3 und 7.

[2]) So gibt es auch *Gottsche* an (»Ueber Haplomitrium Hookeri«. N. A. A. C. L. Vol. XX P. 1, pg. 384).

[3]) Wachsthum des Vegetationspunktes etc. in Pringsheim's Jahrbüchern Bd. V, pg. 257. Die diesbezügliche Stelle im Texte ist unklar und mir nicht ganz verständlich. Aber die citirten Figuren 55 und 57 lassen kaum eine andere Deutung als die von mir gegebene zu.

[4]) Germination de quelques Hepatiques in Ann. d. sc. nat. 4. Serie. Bot. T. I. 1854.

Gottsche und *Hofmeister* gemachten Angaben, dass nach Bildung des Rhizoids die Sporen am Substrate aufgerichtet werden, macht aber weiters die richtige Beobachtung, dass die Sporen in diesem Zustande ihre eiförmige Gestalt beibehalten, und sich erst später, wenn sie sich gegen das Substrat krümmen, an ihrem zugewachsenen Theile abplatten. Auch lasse sich jener schon ursprünglich der ungekeimten Spore angehörige Zellcomplex auch an älteren Keimpflänzchen noch leicht von dem später zugewachsenen Theile unterscheiden. Auch an den Zeichnungen *Gottsche's* [1]) erkennt man diesen von der Spore überkommenen Theil des Pflänzchens, der auch von *Bischof* [2]) freilich viel zu deutlich abgegrenzt gezeichnet wird. *Grönland* bezeichnet diesen untersten schon in der Spore angelegten Theil als den Vorkeim (protonema) des Pflänzchens und setzt ihm analog jenem Zellkörper, der sich bei *Blasia* [3]), *Anthoceros* und mehreren Marchantiaceen entweder an der Spitze eines Keimschlauches oder ohne der Entstehung eines solchen direct aus der Spore bildet, der aber in allen diesen Fällen von dem erst aus ihm hervorsprossenden Pflänzchen deutlich unterschieden ist. Auch *Bischof* (l. c.) spricht bei *Pellia* von einem Vorkeime; doch bezeichnet er damit ein viel späteres Stadium des eigentlichen Pflänzchens. Nach seiner Angabe würde daher aus der (mehrzelligen) Spore vorerst ein Vorkeim hervorsprossen, und es würde sich die meist als Gipfelspross des letzteren entstandene Keimpflanze von diesem durch ein dichteres Gewebe und hauptsächlich durch die auf der unteren Seite vorspringende Mittelrippe kennbar machen. Die Keimpflanze könne aber auch an irgend einer andern Stelle des Vorkeimrandes hervorgehen, in welchem Falle dann die Grenze zwischen Vorkeim und Keimpflänzchen um so deutlicher wäre. Eine solche Grenze, die in ein viel späteres Entwicklungsstadium des aus der Spore hervorgegangenen Keimgebildes fiele, ist aber nach meiner Ansicht nicht zu unterscheiden. Die *Bischof*'sche Fig. 19 lässt eine solche Grenze überhaupt nicht wahrnehmen, ebensowenig Fig. 21. Was aber die Fig. 20 betrifft, so haben wir hier gewiss nichts anderes vor uns, als die Bildung eines Adventivsprosses an einem jungen Pflänzchen oder die überwiegende Ausbildung eines Spitzentriebes; — Vorgänge wie sie am Thallus von *Pellia* in jeder Cultur sich häufig genug bilden.

In Besprechung der Keimung von *Pellia* gehen wir von dem Stadium aus, wo die Sporen nach Bildung des ersten Rhizoids am Substrate aufrecht stehen. Bei *P. epiphylla* liegt am Scheitel eine meist schon einmal längsgetheilte Zelle (das oberste Stockwerk bildend); später finden wir an ihrer Stelle 4 quadrantisch geordnete Zellen. Alle 4 Zellen theilen sich nun weiter, doch haben sämmtliche in Spitzenansicht sichtbaren Wände (in Bezug auf die Spore sind sie Längswände) bezogen auf den optischen Querschnitt mehr weniger radialen oder tangentalen Verlauf und es lässt sich daher ein bevorzugtes Wachsthum in Querrichtung in keiner Weise erkennen (Fig. 19). Entweder erst in diesem

[1]) l. c Taf. XXIX, Fig. 13.
[2]) Botanische Zeitung 1853 Nr. 7, Fig. 15—18.
[3]) *Grönland* l. c. und *Leitgeb:* Untersuchungen über die Lebermoose. Heft I.

Stadium oder schon früher erscheint der eine Quadrant im Wachsthume bevorzugt; es sprosst aus ihm ein Zellkörper hervor, der mehr und mehr die horizontale Lage gewinnt und in dem Masse aus der cylindrischen Form in die bandförmige übergeht. Nun erst, mit der Ausbildung der Bilateralität sehen wir auch die Wände der im Scheitel gelegenen Zellen eine constante Lage gegen die beiden Seiten des Pflänzchens einnehmen und nun erst lässt sich von einer regelmässigen Zellen- und Theilungsfolge im Scheitel des fortwachsenden Pflänzchens sprechen. Bevor dieser Zustand eintritt, sehen wir im Scheitel alle möglichen Zellgruppirungen; wir bekommen Bilder, die den Angaben *Hofmeister's*, andere, die denen *Müller's* entsprechen. Es gilt dies in ganz gleicher Weise auch für *P. calycina:* Die am Scheitel der keimenden und aufrechtstehenden Spore gelegene, dem 4. Stockwerke entsprechende Zelle ist hier der Lage der ersten schiefen Theilungswand der Spore entsprechend, häufig etwas nach der Seite gerückt auch hier constituiren sich endlich 4 quadrantisch gelegene Zellen. In Fig. 14 wäre Wd 1 als die erste Halbirungswand der Gipfelzelle, Wd 2 als die in einer Hälfte die beiden Quadranten bildende aufzufassen und wir sehen ferner, wie in einem derselben die weitere Theilung schon eingetreten ist, während die andern noch ungetheilt erscheinen (Fig. 14 c). Fig. 17 stellt uns dar den Scheitel eines Keimpflänzchens, das etwas älter als das in Fig. 15 dargestellte war. Hier ist der Scheitel schon in die Breite gezogen, in seiner Mitte sehen wir auch schon die Zellen entsprechend dieser Verbreiterung orientirt (Fig. 17 c); aber in zweien dieser Zellen sehen wir schiefe Theilungen (1 und 2), die in Flächenansichten allerdings eine zweiseitige Segmentirung, wie sie *Müller* annimmt, vermuthen liessen. Auch Fig. 18, die den Scheitel eines schon älteren Keimpflänzchens darstellt, lässt den Schluss zu, dass hier einige Zeit 2seitige Segmentirung stattgefunden hat, und dass die zweischneidige Scheitelzelle eben in dem Uebergange zu einer anderen Segmentirung begriffen war. Es entspricht dieses Bild vollkommen dem, wie wir es an Keimpflänzchen von *Marchantia* und *Preissia* finden, und wie es von andern Forschern bei Farrnprothallien schon zu wiederholten Malen beobachtet wurde. Aber wir finden noch viel häufiger Scheitel, in welchen weder eine 2schneidig zugeschärfte Zelle, noch eine Zellenordnung, die auf 2schneidige Segmentirung hindeuten würde, zu erkennen ist. Es ist daher diese Zellenordnung nicht als der Ausdruck eines typischen dem Keimpflänzchen zukommenden Wachsthumsgesetzes, sondern als einer der möglichen Fälle aufzufassen, die vorkommen können, wenn am Scheitel bestimmte Theilungsrichtungen noch nicht zur Geltung gekommen sind. Wenn am Scheitel der keimenden Spore vorerst nach allen Seiten orientirte Wände auftreten und wenn dann später mit dem Auftreten der Bilateralität und der Verbreiterung des früher cylindrischen Zellkörpers auch die Wände bestimmte Orientirung erhalten, so kann dies selbstverständlich nicht plötzlich geschehen, weil das Wachsthum jeder einzelnen Zelle und somit die Richtung der in ihr auftretenden Theilungswand eben auch durch das Wachsthum der umliegenden Zellen mitbestimmt wird. In Fig. 16 nun ist das Keimpflänzchen schon in den normalen Wachsthums-

vorgang eingetreten und auch die Seitenansicht zeigte in den am Scheitel gelegenen Randzellen die der *P. calycina* eigene Theilung durch schiefe wechselnd nach den Seiten des Pflänzchens geneigte Wände.

An dieser Figur und ebenso an Fig. 15 erkennt man ferner deutlich an der Basis des Keimpflänzchens den ellipsoidischen Sporenkörper, in Form einer zwiebelartigen Anschwellung.

5. Monoclea. Taf. III.

Von der Vertreterin dieser Gattung, der *M. Forsteri* wird gewöhnlich angegeben, dass sie in ihrem Habitus den Marchantiaceen folge. Es gilt dies aber eigentlich nur in Bezug auf die Grössenverhältnisse der Frons, die etwa der von *Fegatella* entsprechen. Eine nur einigermassen genaue Betrachtung zeigt aber in Bezug auf die Auszweigung einen bedeutenden Unterschied. Bei den Marchantiaceen nämlich ist die gabelige Auszweigung vollkommen scharf ausgeprägt, da die beiden durch die Spaltung des Vegetationspunktes angelegten Sprosse sich fast ausnahmslos gleich stark ausbilden. Man findet also die Vegetationspunkte nur an der Spitze der Auszweigungen, nie seitlich am Rande eines Gabelzweiges. Anders ist es bei *Monoclea:* Von den zahlreichen durch Gabelung des Vegetationsscheitels angelegten Sprossen entwickelt sich nur da und dort einer in gleicher Mächtigkeit, wie der Muttersprоss; der grösste Theil derselben bleibt verkürzt. Sie erscheinen dann als lappenartige Fortsätze am Rande mächtigerer Sprosse, oder bleiben wohl gar vollkommen in der Peripherie derselben, und können dann um so leichter übersehen werden, als sie in den Falten des krausen Randes verborgen liegen. Ich möchte das Wachsthum lieber dem der Anthoceros-Arten, einiger Aneuren und vorzüglich dem der Pellien vergleichen, wo in Bezug auf Anlage und Entwicklung der Seitensprosse ganz dieselben Verhältnisse obwalten. Dass *Monoclea* auch in der Textur des Laubes von den Marchantieen durchaus verschieden ist, in dem sie weder an der Rückenseite Spaltöffnungen, noch an der Bauchseite Blätter besitzt, wurde schon von *Gottsche* [1]) hervorgehoben. Auch in dieser Beziehung gleicht diese Pflanze mehr den Pellien, ebenso in der Ausbildung einer kleinzelligen oberflächlichen Schichte als einer Art Epidermis (die freilich hier nur viel auffallender hervortritt), als auch im Baue des Binnengewebes. Es wurde dies Alles schon von *Gottsche* (l. c.) genau beschrieben und ich brauche hier nicht weiter darauf einzugehen.

Der Vegetationspunkt liegt in einer Einbuchtung des Vorderrandes. Wir finden in dieser Beziehung ganz dieselben Verhältnisse wie bei *Pellia* und den Marchantieen: Soll eine Auszweigung eintreten, so ist der Scheitel breiter, und die beiderseitigen Lappen des Laubrandes treffen kaum an einander; hat eine Auszweigung eben stattgefunden, so finden wir diese noch weiter von einander entfernt, und zwischen ihnen 2 durch einen kleineren Mittellappen getrennte Vegetationspunkte; ist aber keines von beiden der Fall, so ist der

[1]) Ueber das Genus Monoclea. Bot. Zeitg. 1858, Nr. 39.

Scheitel sehr schmal und die beiden Lappen des Laubrandes greifen häufig weit übereinander. Auch bezüglich des Spitzenwachsthumes folgt diese Pflanze dem Typus der Pellia, nur sind die Zellen in der Scheitelregion viel kleiner, und es ist um so schwieriger, eine genaue Einsicht in die Zellengruppirung am Scheitel zu erlangen, als derselbe immer dicht mit Schleim umhüllt ist, der noch dazu gebräunt und mit heterogenen Gegenständen aller Art verunreinigt ist. Das Dickenwachsthum der Frons, in den Segmenten durch abwechselnd nach der Rücken- und Bauchseite geneigte Wände (wie bei *Pellia calycina*) beginnend, überwiegt an der Rückenseite; es erscheint der Scheitel etwas nach der Bauchseite gerückt.

Eigentliche Keulenhaare, wie sie bei allen übrigen frondosen Jungermannieen gefunden werden, scheinen am Scheitel steriler Sprosse nicht gebildet zu werden. Es gelang mir wenigstens nicht, selbe nachzuweisen, und es dürfte sich in dieser Beziehung *Monoclea* wie *Anthoceros* verhalten. Wohl aber findet man zunächst dem Scheitel schon vollkommen entwickelte Rhizoiden, die vorzüglich aus Zellen des Laubrandes (allerdings auch aus Zellen der Ventralseite) entspringen. Sie werden zweifellos sehr früh angelegt. Man findet nämlich an Gabelungsstellen, wo der Mittellappen noch kaum erst erkennbar ist, einige von dessen Randzellen schon zu stark verdickten, steifen und tief gebräunten oft sehr langen Haarborsten ausgewachsen. Immer etwas weiter vom Scheitel entfernt treten dann die eigentlichen Rhizoiden auf. Sie bilden sich, wie schon *Gottsche* angibt, nur an der Mittellinie des Laubes und namentlich reichlich unter den Fructificationsstellen. Sie unterscheiden sich von jener ersten Art leicht durch ihre grössere Weite und durch ihre viel geringere Wandverdickung, sind in Folge dessen auch weich und biegsam und gleichen so den ähnlichen Gebilden bei den Pellien. Auffallend ist die gegenseitige Lagerung dieser beiden Haarformen unter den Fruchtstellen, wie sie namentlich an Längsschnitten hervortritt: Die eigentlichen Rhizoiden strahlen dicht gedrängt senkrecht von der Oberfläche aus, die engeren, stark verdickten liegen aber innig dem Thallus an, mit jenen gewissermassen ein Geflecht bildend, und so selbe zu wahren Haftscheiben vereinigend (Fig. 22).

Die Lagerung der Fruchtstellen stellt *Gottsche's* Abbildung Fig. 1 und 2 vollkommen getreu dar. Sie sind an der Rückenseite der Sprosse als langgestreckte oft kaum bemerkbare Auftreibungen des Laubes, an der Bauchseite durch die reichliche Haarbildung erkennbar. Ihr basiskopes Ende liegt wohl immer in der Mediane des betreffenden Thallussprosses, sie verlaufen aber von da an entweder schief gegen den Rand hin oder treffen, wo sie unter Gabelungsstellen entspringen, denselben genau im Gabelungswinkel, hören aber immer etwas vor dem Rande auf. Wo eine Frucht entwickelt ist, da tritt die Seta aus einer am vordersten Ende der Fruchthöhle befindlichen Spalte aus dieser hervor. Sie entspringt am hinteren Ende der Fruchthöhle, und ist fast während ihres ganzen Verlaufes in dieser von der zarten an der Spitze 2-lappig zerreissenden Kalyptra umschlossen. Der Grund der letzteren ist umgeben und eingehüllt von einem dichten Rasen langer ein-

zelliger keulenförmiger Haare, zwischen welchen und theilweise an der Kalyptra selbst sitzend die abgestorbenen Archegonien sich finden, von denen ich manchmal bis zu 10 zählte.

Alle diese Verhältnisse wurden schon von *Gottsche* erkannt, und ich stimme ihm in allen diesbezüglichen Angaben durchaus bei. Dagegen vermag ich nicht seiner Annahme betreffs der Bildung der Fruchthöhle beizutreten. *Gottsche* (pg. 291) nimmt an, dass zur Zeit der Blüthe der Torus pistillorum aus 3—4 Archegonien (»Pistillen«) bestehe, die Anfangs am Grunde der Fruchthöhle auf dem Laube zu suchen sind, die aber, ähnlich wie bei *Blasia* ihre weitere Entwicklung nur in der geschlossenen Fruchthöhle finden, »welche später zur Zeit der Fruchtreife am vorderen Ende gesprengt werde«. An einer andern Stelle (pg. 283) sagt *Gottsche:* »Nach der Analogie von *Blasia* suche ich die Pistille auf dem Rücken des Laubes und nehme einen ähnlichen Vorgang wie bei *Blasia* an. Wenn sich aber bei Blasia nur 1 Pistill ins Laub versenkt und ein nabelartiges Loch auf der Dorsalfläche des Laubes als bleibendes Merkmal des früheren Vorganges stets zu finden ist, so muss sich bei Monoclea ein Torus pistillorum von 3—4 Pistillen einsenken, und es verschwindet später jede Spur dieses stattgehabten Actes«. »Es müsste also die Befruchtung der Pistille an der Oberfläche des Laubes stattfinden, dann erst träte die Versenkung derselben in die Laubsubstanz ein, und gleichzeitig bilde sich dann die Fruchthöhle in derselben«. In diesem Sinne corrigirt *Gottsche* den in der Synopsis pg. 508 gegebenen Genuscharakter: Involucrum costae frondis a tergo adnatum, cum costa tubum formans etc. in: Fructificatio perfecta frondi immersa pedunculo frondem prope apicem perrumpente. Involucrum nullum.

Diese Ansicht *Gottsche's* wurde natürlich durch den Umstand veranlasst, dass er die Durchtrittsöffnung der Seta am vorderen Ende der Fruchthöhle für eine Rissstelle ansah, die ebenso wie bei *Blasia* sich erst in Folge der Streckung der Seta bilde, und dass er daher annahm, die Fruchthöhlen seien vor der Streckung der Seta durchaus geschlossen. Gegen diese Ansicht sprechen aber viele und wie ich glaube, gewichtige Thatsachen. Wenn man nämlich den Rand der Durchtrittsöffnung der Seta auf Durchschnitten untersucht, so zeigen sich die dort befindlichen Zellen als unmittelbare Fortsetzung der kleinzelligen Oberhautschichte durchaus unverletzt, und mit der Cuticula überzogen, die sich auch in die Fruchthöhle hinein fortsetzt. Vollkommen entscheidend ist aber der Umstand, dass auch solche Fruchthöhlen, in welchen junge noch ganz von der Kalyptra umschlossene Sporogone vorkommen, schon die Oeffnung zeigen, ja dass diese auch an viel früheren Stadien, wo die Sporogonentwicklung erst begonnen hat, oder wo selbst noch kein Archegonium geöffnet erscheint, vorhanden ist. Ich fand ferner öfters (in Bezug auf ihre Länge) vollkommen ausgebildete Fruchthöhlen, an deren Grunde die zahlreichen Archegonien (bis 10) sämmtlich abgestorben waren, aber auch da war die Oeffnung der Fruchthöhle vorhanden. Das Vorhandensein der sehr regelmässig gebildeten Oeffnung auch an solchen Fruchthöhlen, wo

theils wegen noch nicht eingetretener Streckung der Seta, theils wegen Absterbens der Fruchtanlagen oder wegen unterbliebener Befruchtung ein Durchreissen gar nicht erfolgen konnte, zeigt unwiderleglich, dass diese Oeffnung als bedingt durch einen eigenthümlichen bei der Versenkung der Archegonien in den Thallus stattfindenden Wachsthumsprocess zu betrachten ist, der im Wesentlichen darin besteht, dass die Wallränder nicht vollkommen aneinander treten. Wäre die Versenkung der Archegonien erst Folge der Befruchtung, so wäre der Vorgang allerdings dem bei *Blasia* vollkommen analog (wenn wir davon absehen, dass dort nur das befruchtete Archegonium, hier der ganze Archegonienstand in die Versenkung einbezogen würden) und es liesse sich dann die Oeffnung an der Fruchthöhle bei *Monoclea* jenem nabelartigen Loche an dem Rücken der Fruchthöhle bei *Blasia* in der That an die Seite stellen. Ich glaube aber, dass die Einsenkung der Archegonien früher stattfindet, als ihre Befruchtung. Es spricht dafür einmal der Umstand, dass, wie ich schon oben bemerkte, bis zu 12 Mm. lange Fruchthöhlen gefunden werden, in deren Grunde ein befruchtetes Archegonium zu finden ist, dass selbst dergestalt entwickelte Fruchthöhlen sich finden, die auch nicht einmal verkümmerte Archegonien in sich bergen, wo aber allerdings an der gewöhnlichen Insertionsstelle dieser eine Gruppe gebräunter abgestorbener Zellen vorhanden ist, welche offenbar darauf hindeuten, dass die Archegonien vielleicht schon in ihren ersten Anlagestadien verkümmerten, die Bildung der Fruchthöhle aber ihren ungestörten Fortgang nahm. Auch fand ich ein paar mal nur halb entwickelte Fruchthöhlen, in der Weise, dass die dorsale Decke derselben schon weit ab vom Thallusrande aufhörte, und dass gewissermassen nur eine sehr vertiefte nach rückwärts sich erstreckende Mulde und weniger eine (grösstenteils geschlossene) Höhlung gebildet war (Fig. 21 und Fig. 20 bei h). Auch hier fanden sich am hinteren Ende der Mulde einige gebräunte Zellen, welche ich in gleicher Weise für die Stellen fehlgeschlagener Archegonien halte. Einmal fand ich ferner sehr nahe am Thallusrande eine kurze kaum 2 Mm. lange Höhle, in welcher 10 Archegonien vorhanden waren, von denen noch keines den Hals geöffnet hatte. Es geht daraus, wie ich glaube, unwiderleglich hervor, dass die Ueberwallung des Archegonienstandes zugleich mit deren Bildung beginnt, und ungehindert und unabhängig von der Befruchtung fortschreitet.

Eine andere der Erörterung werthe Frage ist die, in welchen Stadium des Versenkungsprocesses die Befruchtung stattfinde oder genauer ausgedrückt, in welchem Stadium dieses Processes die Archegonien empfängnissreif seien; — ob zur Zeit, als sie noch frei an der Oberfläche des Laubes stehen, oder wenn sie schon in der Fruchthöhle eingesenkt sind. Wenn ich aus einem Objecte schliessen darf, so würde die Befruchtung erst innerhalb der Höhle stattfinden, die allerdings zu dieser Zeit noch nicht die volle Tiefe erreicht haben würde. Ich fand nämlich einmal eine bis 2 Mm. lange Höhlung, an deren Grunde lauter noch nicht geöffnete Archegonien vorhanden waren. Auch diese waren fast mit ihrem ganzen Bauchtheile in einem dichten Rasen jener schon oben erwähnten keulenförmigen Haare ver-

senkt, und die ganze Fruchthöhle war von zähem wasserhellem Schleim erfüllt, der offenbar das Product dieser Haare ist, in gleicher Weise etwa, wie wir dies auch in den Brutknospenbehältern von *Blasia* finden. Und gerade dieses frühe Vorhandensein des Haarrasens bevor noch die Archegonien geöffnet sind, möchte vielleicht mit dem Befruchtungsacte selbst in Beziehung stehen und diesen dadurch, dass ein Medium für die Fortbewegung der Spermatozoiden vorhanden ist, erleichtern. Auch die ungemeine Länge des Halses der Archegonien spricht für die Befruchtung in der schon in der Bildung weit vorgeschrittenen Höhlung, wodurch natürlich die Halsöffnung in der sich nach vorne verengenden Höhlung vorgerückt und somit auch der Mündung jener genähert wird. Bei einer durchschnittlichen Gesammtlänge eines Archegoniums von 0.75 Mm. entfallen auf den Hals desselben 0.6 Mill., Verhältnisse wie sie kaum noch irgendwo unter den Lebermoosen und höchstens bei *Frullania* und Verwandten angetroffen werden, wo aber ebenfalls und unzweifelhaft diese Halslänge nur den Zweck hat, die Oeffnung noch ausserhalb des sich fast ganz zusammenschliessenden Perianthiums hinauszubringen und so die Befruchtung zu erleichtern.

Sei nun aber das eine oder das andere der Fall; geschehe die Befruchtung auch an der freien Oberfläche des Thallus oder innerhalb der Höhle, in jedem Falle ist die Bildung der Höhlung nicht der bei *Blasia* zu vergleichen und keine Folge stattgefundener Befruchtung. Ich sehe vielmehr in dieser Bildung ein Analogon des Involucrums bei *Pellia* und *Symphyogyna,* wo und namentlich bei ersterer Gattung die Archegonien ebenfalls in einer vorne offnen taschenförmigen Hülle verborgen liegen. Auch darin stimmen diese beiden Gattungen mit *Monoclea* überein, dass auch bei ihnen die Archegonien von zahlreichen keulenförmigen Haaren umgeben sind, die den Höhepunkt ihrer Entwicklung während der Empfängnissreife der Archegonien erreichen, während in der Fruchthöhle von *Blasia* solche Gebilde durchaus fehlen.

Die mir zur Untersuchung zugänglichen Exemplare, die ich aus den Sammlungen *Gottsche's, Grönland's* und denen des Wiener Museums gütigst mitgetheilt erhielt, waren sämmtlich im Stadium der Fruchtreife. Es war also a priori unwahrscheinlich, an diesen noch Jugendstadien weiblicher Organe aufzufinden, weil ja nach aller Analogie mit *Pellia, Blasia* etc., Befruchtung und Fruchtreife zeitlich weit von einander entfernt sein dürften. Wohl aber war die Möglichkeit vorhanden, einige in verschiedenen Stadien der Entwicklung abgestorbene weibliche Blüthenstände aufzufinden. Nach allem was wir über die Anlage der Geschlechtsorgane wissen, musste dieselbe auch bei *Monoclea* im Axenscheitel gesucht werden. Zahlreiche verticale Längsschnitte zeigten aber nur die Zellengruppirung, wie wir sie an fortwachsenden sterilen Sprossen finden: Ein sehr stumpf zulaufendes einfach abgerundetes Axenende, ohne irgend welche Anhangsgebilde, namentlich ohne die bei anderen Gattungen so charakteristischen Keulenhaare; also ganz das Bild ähnlicher Schnitte durch Anthoceros. Nur ein paar Mal fand ich Scheitel, wo der Thallus bis an den Vorderrand fast dieselbe Mächtigkeit zeigte. Hier aber zeigte sich eine etwas nach der Rücken-

seite verschobene tiefe Bucht, deren Rand mit keulenförmigen Haaren dicht besetzt war. Am Grunde jener fand sich eine aus der Oberfläche papillos hervorragende Zelle (Zellcomplex) von der Form eines jungen Archegoniums, an dem aber die Theilungswände, da die Schrumpfung sich durch kein Mittel aufheben liess, nicht erkennbar waren. Weniger diese dem Anlagestadium eines Archegoniums ähnliche Bildung, wohl aber das Vorhandensein der keulenförmigen Haare und die Bucht als solche bestimmen mich, diese Zustände für die ersten Jugendzustände weiblicher Blüthenstände zu halten. Darnach würden also dieselben ganz in gleicher Weise wie bei *Pellia* gebildet werden. Mit dem Beginne der Archegonienbildung aus Oberflächenzellen würden auch zahlreiche (schleimbildende) Haare auftreten, und zu gleicher Zeit würde sich vom Rücken her der Thallus darüber wölben, und das Haarstroma sammt den jungen Archegonien überwallen und in eine Höhlung versenken.

Ich habe schon oben erwähnt, dass die Archegonien sich durch einen sehr langen Hals auszeichnen. Die denselben zusammensetzenden Zellreihen verlaufen meistens ziemlich genau als Längsreihen in der Richtung der Axe; einige Male fand ich sie aber so stark in Spirallinien gewunden, dass jede einer Längsreihe entsprechende Spirale in der ganzen Längserstreckung des Halses mehrere Umgänge zeigte (Fig. 23). Eine weitere Eigenthümkeit der Archegonien ist die ungemeine Grösse des Hohlraumes im Bauche des Archegoniums, in dessen unterem Theile, kaum ein Dritttheil des Raumes erfüllend, die Eizelle gelegen ist. Die Wand des Bauchtheiles ist schon vor der Befruchtung zweischichtig. Die Mächtigkeit desselben nimmt auch bei seiner Umbildung zur Kalyptra nur wenig zu, während diese eine bedeutende Länge erreicht. Es wird dabei auch ein Theil des umliegenden Gewebes in die Wucherung einbezogen, und wir finden daher am untersten Theile der Kalyptra theils abgestorbene Archegonien, theils die keulenförmigen Haare inserirt. Diese (einzelligen) keulenförmigen Haare (Paraphysen) sind von ihrer Tragzelle durch eine Querwand abgegrenzt, die in der Höhe der Oberfläche der Wandung des Hohlraumes oder etwas weiter nach aussen in der Paraphyse selbst auftritt. An dieser Querwand trennt sich die Haarzelle sehr leicht von dem Wandgewebe und wird bei dem Versuche, den zäheflüssigen Schleim, der sich am Grunde der Fruchthöhle vorfindet und der, wie ich schon erwähnte, ein Product dieser Paraphysen ist, zu entfernen, zugleich mit diesem abgehoben[1]).

Die Embryonalzustände des Sporogoniums konnte ich nur an abgestorbenen und verkümmerten Exemplaren untersuchen. Was ich an denselben sehen konnte, beschränkt sich darauf, dass die Embryonen sehr dick sind, in frühen Stadien schon die Differenzirung in Fuss, Stiel und Kapsel zeigen, dass die Zellen des Fusses (etwa wie bei *Frullania*), papillös ausgewachsen sind, der Stiel (Fig. 24) sehr verkürzt (höchstens zwei Zelllagen hoch) und die Kapselwand von dem Sporenraum scharf geschieden erscheint.

[1]) Vergl. *Gottsche* l. c.

Der Bau des entwickelten Sporogons, die Ausbildung der Kapselwand, der Schleuderer (häufig mit 3 Bändern) und Sporen wurden von *Gottsche* in der citirten Abhandlung erschöpfend beschrieben. Ich möchte hier nur bezüglich des Aufspringens der Kapsel einige Bemerkungen anfügen:

Es war wohl vor Allem das eigenthümliche Aufspringen der Frucht mit nur einer Längsspalte, welches die Veranlassung zu der Unklarheit über die systematische Stellung dieser Gattung gab, und das *Forster* veranlasste, die Pflanze als *Anthoceros univalvis* aufzuführen. Es kam dazu noch die Verwirrung, die durch die von *Hooker* (trotz der früheren von ihm angestellten richtigen Untersuchungen) später gehegte Vermuthung, es besässe die Monoclea-Kapsel eine Columella, war angerichtet worden. Die Untersuchungen *Gottsche's*, der das Fehlen der Columella und das Vorhandensein einer wahren Kalyptra constatirte, beseitigten ein für allemal die Ansicht betreffs der Verwandtschaft von *Monoclea* mit den Anthoceroteen (Dendroceros). In der »Synopsis Hepaticarum« ist *Monoclea* (nebst dem räthselhaften *Calobryum)* als Tribus II (Monocleae) dem Tribus I (Jungermannieae) gegenüber gestellt und diese Unterscheidung dadurch begründet, dass bei letzteren eine »capsula quadrivalvis (rarius plurivalvis aut lacera) bei ersterem eine capsula univalvis (»rima longitudinaliter desciscens) vorkäme. Ich stimme der Ansicht *Gottsche's* vollkommen bei, dass die Art des Aufspringens einen tiefgreifenden systematischen Unterschied nicht bedinge, dass sie selbst als generischer Charakter nicht massgebend sei, da ja bei *Madotheca* einige Arten eine capsula quadrivalvis, andere eine capsula plurivalvis zeigen. Bei *Fossombronia pusilla* sollen nach *Schmidel* und *Lindenberg* vierklappige Kapseln vorkommen; in der Regel aber zerreissen sie unregelmässig: das Gleiche ist der Fall bei dem freilich nahe verwandten *Petalophyllum.* Bei *Symphyogyna* springt die Kapsel, wie *Gottsche* angibt, wie bei den Andreaeaceen auf, indem die vier Klappen an der Spitze vereinigt bleiben. Dasselbe dürfte (öfter) der Fall sein bei *Umbraculum,* wenn man aus dem Baue der halbreifen Kapsel einen Schluss ziehen darf.

Wir sehen also, dass unter den Jungermannieen selbst in dem Falle, als wir sie in die beiden Subtribus der frondosen und foliosen trennen, in der Kapselspaltung kein gemeinsames und durchgreifendes Merkmal gefunden werden kann. Aber auch bei *Monoclea* ist, wie ich glaube, die »einklappige« Kapsel nicht in dem vollen Sinne ausgebildet, wie man es nach der Beschreibung vermuthen könnte. An allen von mir untersuchten Kapseln (4) fand sich allerdings eine einzige, die ganze Länge durchsetzende Spalte; die Kapselwand zeigte aber weiters zwei Längsrisse, die zwar weder den Scheitel noch den Grund der Kapsel erreichten, aber mit der einen dieselbe der ganzen Länge nach durchsetzenden Spalte den Umfang in gleich breite Stücke theilten, so zwar, dass sie durch die ganze Länge der Kapsel fortgesetzt gedacht, deren Wand in der That in vier gleiche Schalstücke auflösten. Ich glaube daraus schliessen zu dürfen, dass auch bei *Monoclea* der Anlage nach eine vierklappige Kapsel vorhanden sei, dass die Klappen aber wie bei *Symphyogyna* am Scheitel

zusammenhalten, und die Entleerung der Sporen vorzüglich nur durch eine sich stärker erweiternde Spalte stattfinde. Aber auch in dem Falle, als diese kürzeren Spalten sich nicht an allen Kapseln bilden sollten, wie es ja nach den Zeichnungen *Hooker's* und der Darstellung *Gottsche's* wahrscheinlich ist, möchte ich die eben ausgesprochene Ansicht, namentlich in Berücksichtigung der Kapselspaltung bei *Symphyogyna* aufrecht erhalten.

In jedem Falle aber sind die Monocleen (wenigstens Monoclea) unter die Jungermannieen einzureihen.

Da *Gottsche* von der Ansicht ausgeht, dass die Versenkung des Torus pistillorum erst nach der Befruchtung stattfinde, so ist er geneigt, *Monoclea* zunächst der Gattung *Blasia* zu stellen. Nach dem, was ich oben über diesen Vorgang mitgetheilt habe, würde ich diese Gattung näher an die übrigen Haplolaenen, und zwar zunächst der *Symphyogyna* und *Pellia* anreihen.

Die männliche Pflanze ist bis jetzt noch nicht beobachtet worden und auch mir gelang es nicht, an den der Untersuchung unterworfenen Pflanzen Antheridien aufzufinden.

6. Symphyogyna. Taf. IV und V.

Gottsche: in Ann. d. sc. nat. 1864, pg. 180.

Die Symphyogynen gleichen im Bau ihres Thallus durchaus der Gattung *Blyttia:* Der ziemlich dicke und an der Ventralseite vorspringende Mittelnerve ist von einem Bündel sehr langgestreckter an ihren Enden scharf zugespitzter Zellen durchzogen. Ich mass diese Zellen bei *S. sinuata* bis zu 0.3 Mm. Länge, und 0.009 Mm. mittlerer Breite. Ihre Wände sind ziemlich stark verdickt und zeigen bei gewöhnlichen Vergrösserungen scheinbar eine sehr zarte linksläufige Streifung, die namentlich in den mittleren Theilen der Zelle deutlich hervortritt, gegen die Enden aber in eine mehr gekörnte Structur übergeht. Bei starken Vergrösserungen lösen sich aber diese Streifen in äusserst schmale langgezogene in linksläufiger Spirale gestellte Poren auf. Die einschichtige Frons setzt sich, so wie bei *Blyttia,* unvermittelt an die Mittelrippe an, und wenn sich diese auch nach beiden Seiten allmälig verjüngt, so ist ihre Begrenzung gegen jene hin an Querschnitten immer leicht zu erkennen, und wird auch in Oberflächen-Ansichten leicht fixirt durch die Insertion der (zweizelligen) Keulenhaare, die sich seitlich nie bis auf die einschichtige Laubfläche erstrecken.

Die Seitenwände der Frons zeigen nach den einzelnen Arten sehr verschiedene Ausbildung: Bei *S. subsimplex* Mitt. ist der Rand durchaus ungetheilt, dabei öfters schwach gewellt, bei *S. rhizoloba*[1]) entfernt gezähnt; bei *S. sinuata* endlich ist er in tiefe alterni-

[1]) So nenne ich eine mir aus Neu-Seeland zugekommene Symphyogyna. Sie stimmt in allen übrigen Merkmalen mit den Beschreibungen der Autoren; nur fehlen ihr die wurzelartigen Endigungen, welche übrigens ja auch in der *Hooker*'schen Zeichnung (Musc. exot. t. 87) ganzen Sprosssystemen fehlen, und daher als nicht charakteristisch gelten können.

rend stehende Lappen getheilt, die sich scharf von dem axilen Theile abheben, so dass man auf den ersten Blick eine zu den foliosen Jungermannieen gehörige Pflanze vor sich zu haben meint. Zwischen beiden letzteren Formen vermitteln nun andere Arten *(S. Hochstetteri)* einen ganz allmäligen Uebergang.

Das Spitzenwachsthum sämmtlicher von mir untersuchter Symphyogynen erfolgt mit zweischneidiger Scheitelzelle, aus welcher abwechselnd nach rechts und links Segmente abgeschnitten werden. Es gleicht die Gattung also auch in dieser Beziehung der Gattung *Blyttia*. Bei einigen Arten, wie *S. rhizoloba* und *S. subsimplex* zeigt schon der erste Blick deutlich diese Art des Theilungsvorganges (Taf. IV Fig. 1, 2, 3); bei *S. sinuata* zeigen aber Oberflächenansichten häufig eine Zellengruppirung, die viel eher auf eine andere Art des Spitzenwachsthums hindeuten würde. Ansichten, wie die in Tafel IV Fig. 4ª dargestellte, erhält man häufig genug, und namentlich in Vergleichung mit der Längsschnittansicht Fig. 4ᶜ wäre man geneigt, den bei *Pellia calycina, Blasia* etc. sich geltend machenden Theilungsvorgang vorauszusetzen. Der Umstand aber, dass man auch an solchen Präparaten bei tieferen Einstellungen die zweiseitige Segmentirung meist noch ganz gut erkennt (Fig. 4ᵇ) und weiters, dass Sprossanlagen ganz deutlich die zweischneidige Scheitelzelle erkennen lassen (Fig. 5, 6), diese aber auch am Scheitel älterer Sprosse hie und da zu beobachten ist, macht es wohl mehr als wahrscheinlich, dass auch *S. sinuata* demselben Typus des Spitzenwachsthums folgt, wie die übrigen Symphyogynen, bei denen in dieser Beziehung nicht der geringste Zweifel bestehen kann.

Jedes Segment zerfällt durch zwei schiefe nach der Rücken- und Bauchseite geneigte Wände in drei Zellen. Die mittlere Zelle (also gewissermassen die Scheitelzelle des Segmentes) wächst bei den ganzrandigen und den nur mit gezähnten Seitenrändern versehenen Symphyogynen zur (einschichtigen) Laubfläche aus; bei *S. sinuata* gehen aus diesen Zellen die Laublappen hervor, die wie ich schon oben erwähnte, in Form und Stellung ganz den Blattcharakter zeigen. Es ist schwierig, sich darüber Gewissheit zu verschaffen, ob jedem Segmente ein solcher Laublappen entspricht, und es gelang mir nicht, dies aus der Zellengruppirung am Scheitel mit voller Sicherheit zu schliessen, da die Segmentgrenzen schon nahe an diesem oft nicht mehr erkennbar sind. Wenn man aber erwägt, dass die Laublappen an ausgewachsenen Sprossen regelmässig alternirend auftreten, und weiters, dass die Aufeinanderfolge ihrer Entwickelungszustände am Scheitel genau der durch die Theilung der Scheitelzelle bedingten Aufeinanderfolge der Segmente entspricht, und wenn man ferner die Anlage und Entwicklung der Seitenblätter bei *Blasia* zum Vergleiche herbeizieht, so glaube ich, kann man mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit den oben angedeuteten Zusammenhang der Segmentirung mit der Lappenbildung vermuthen. Es führt eben, wie ich meine, ein ganz allmäliger Uebergang aus dem noch ungetheilten Thallus von *Pellia,* und der ganzrandigen Symphyogynen durch *S. sinuata* zu der beblätterten *Blasia* hinüber, und ich habe schon an einem anderen Orte die Meinung ausgesprochen, dass wir in diesen Formen

eine eigene zur Blattbildung hinführende Entwicklungsreihe vor uns haben, welche von der, welche zur Blattbildung der sogenannten foliosen Jungermannieen hinführt, durchaus unabhängig ist[1]).

Die Symphyogynen zeigen beide Formen der Auszweigung in reichem Maase. Die durch Endverzweigung entstandenen Sprosse werden wahrscheinlich (es gelang mir nicht sie auf ihre Anlage zurückzuverfolgen), wie bei *Aneura* und *Metzgeria* aus Segmenten angelegt. Der den Mittelnerv durchziehende axile Zellstrang spaltet sich im gemeinsamen Fussstücke zweier Gabelsprosse schon weit unter der Gabelungsstelle, was natürlich nur darin seinen Grund haben kann, dass die Gabelzweige auf lange Strecken hin verwachsen bleiben.

Fast ebenso häufig, an manchen Exemplaren viel häufiger als die Endverzweigung, ist die intercalare Zweigbildung an der Ventralseite des Mittelnerven. Die Insertion dieser Sprosse seitlich am letzteren entspricht vollkommen der, wie sie bei *Blyttia* vorkommt. Auch in den übrigen Verhältnissen — des continuirlichen Ueberganges der Gewebe, des mangelnden Anschlusses der axilen Stränge, der Art ihrer Zweigbilduug etc. — sind die Verhältnisse ganz dieselben, wie sie bei *Blyttia* beschrieben werden sollen, und ich brauche nur auf die dort gegebene Darstellung zu verweisen. Auch sind diese Sprosse an ihrem Grunde nur aus der Mittelrippe bestehend, und die Frons nimmt von ihrem Auftreten an successive an Breite zu. Auch bei *S. sinuata* fehlen unmittelbar über der Ursprungsstelle des Sprosses die Seitenlappen ganz, erscheinen dann als kaum merkbare flügelartige Anhänge, um dann erst allmälig ihre vollkommene Gestalt zu erlangen.

Zwischen schon entwickelten Sprossen findet man häufig an den ihren Insertionen entsprechenden Stellen höckerartige Hervorragungen des Gewebes, deren Scheitel mit Keulenhaaren, wie solche auch den Scheitel entwickelter Sprosse überziehen (vergl. später), bedeckt ist. Mitten zwischen diesen Keulenhaaren und an der Stelle, wo man den Scheitelpunkt der Sprossanlage vermuthen würde, findet man nun häufig eine oder mehrere gebräunte und abgestorbene Zellen. Es sind dies Sprossanlagen, die offenbar durch Absterben der Scheitelzelle in ihrer Weiterentwicklung gehemmt wurden. Andere solcher Höcker aber, die namentlich der Spitze des Tragsprosses näher liegen, zeigen nun zwischen den Keulenhaaren deutlich die zweischneidige Scheitelzelle und die dieser ihrer Form entsprechende Anordnung der Segmente (Taf. IV Fig. 5). Noch andere ragen kaum über die Oberfläche des Tragsprosses hervor; Scheitelzelle und Segmentirung sind öfters kaum mehr erkennbar, auch fehlen die an grösseren Höckern so charakteristischen Keulenhaare (Taf. IV Fig. 6). Aber auch hier kann kein Zweifel darüber bestehen, dass auch sie Sprossanlagen darstellen, welche auf einer niederen Stufe der Ausbildung zurückgeblieben sind, und bei denen die charakteristische Form der Scheitelzelle und der Segmente, die

[1]) Man vergleiche Heft I meiner Untersuchungen . . . . pg. 71 und Heft II, pg. 18.

sämmtlich schon in der noch in Streckung begriffenen Region des Tragsprosses angelegt wurden, in Folge der bei letzterem Vorgange nothwendiger Weise sich geltend machenden Zerrungen und Verschiebungen mehr oder weniger undeutlich geworden ist. Von diesen Stadien der Sprossanlagen führen nun ganz allmälige Uebergänge zu andern, in der Entwicklung noch weiter zurückgebliebenen, die noch weiter vom Scheitel des Tragsprosses entfernt und selbst an dessen älteren mit Rhizoiden bedeckten Theilen gefunden werden. Sie liegen ganz in der Sprossoberfläche und sind reducirt auf eine Gruppe kleinerer in der Längsrichtung des Tragsprosses angeordneter Zellen, deren Gruppirung in keiner Weise eine durch die Thätigkeit einer zweischneidigen Scheitelzelle bedingte Segmentirung erkennen lässt (Taf. IV Fig. 7). Dass diese Zellgruppen Sprossanlagen darstellen, ist unzweifelhaft; dass sie aber nicht in der Entwicklung begriffene Anlagen sind, zeigt uns erstens die Anordnung der Zellen, welche sich nicht auf einen innerhalb der Anlage gelegenen Punkt beziehen lässt, sondern der Anordnung der Oberflächenzellen des Tragsprosses folgt; es ergibt sich dies zweitens auch daraus, dass, wenn auch die Zellen dieser Gruppe durch ihren körnerfreien Inhalt und ihre helleren Wände sich von den umliegenden Zellen unterscheiden, doch ihre Anordnung und namentlich die Art ihrer Aneinanderfügung deutlich erkennen lässt, dass die Theilung in ihnen schon seit längerer Zeit sistirt ist. Es sind somit nur zwei Fälle denkbar: Entweder wurden diese Sprossanlagen in der Scheitelregion des Tragsprosses gebildet und sind dann abgestorben, oder sie sind nur in einen Ruhezustand übergegangen und können unter günstigen Umständen ihre unterbrochene Vegetationsthätigkeit wieder aufnehmen. Letzteres wäre immerhin möglich, obwohl es mir nicht gelang, Stadien aufzufinden, welche in dieser Beziehung zur Entscheidung der Frage geeignet gewesen wären. In jedem Falle aber ist ihre erste Anlage sehr nahe dem Scheitel des Tragsprosses und in einer Region zu suchen, die noch im Längenwachsthum begriffen ist. Denn, würde ihre Anlage an älteren Theilen des Muttersprosses stattfinden, wo ein Wachsthum und somit eine gegenseitige Verschiebung und Formveränderung der Zellen nicht mehr stattfindet, so müsste es bei gehäufter Beobachtung gelingen, Zustände aufzufinden, wo die der Oberfläche des Tragsprosses angehörige Mutterzelle noch erkannt werden kann, in gleicher Weise, wie dies an den ventralen Sprossanlagen bei *Metzgeria*[1]) der Fall ist. Auch gelingt es ohne grosse Mühe, diese Anlagen sehr nahe dem Scheitel des Muttersprosses aufzufinden. Sie liegen in einer Region, wo noch deutlich allseitige Zelltheilung im Gewebe des Muttersprosses stattfindet, und wo noch keine Zellenstreckung bemerkbar ist, und daher die den Scheitel fortwachsender Sprosse deckenden Keulenhaare noch dicht gedrängt stehen und gewissermassen einen Rasen bilden, in welchen die Sprossanlagen versteckt sind und daher bei flüchtiger Beobachtung leicht übersehen werden können. Und gerade diese Sprossanlagen sind besonders geeignet, das schon ursprüngliche Vorhandensein einer

[1]) Man vergleiche *Leitgeb*: Zur Morphologie von *Metzgeria* in Mittheilungen des nat. Ver. f. Steierm. 1872.

zweischneidigen Scheitelzelle nachzuweisen, welche hier besonders gross und tief in das Gewebe eingesenkt erscheint. Ich habe für *S. rhizoloba* in Taf. IV Fig. 3 eine solche Sprossanlage, deren Scheitel noch gar nicht über die Oberfläche des Tragsprosses erhoben war, der vielmehr in einer Mulde eingesenkt erschien, im Längsschnitte abgebildet: Es haben in der Scheitelzelle nach ihrer Constituirung zweifellos schon mehrere Theilungen stattgefunden, und sich schon mindestens zwei (und wie die Flächenansicht schliessen liess, wahrscheinlich drei) Segmente gebildet. Es muss daher die erste Anlage des Tochtersprosses aus einer Zelle des Tragsprosses noch näher an den Scheitel des letzteren verlegt werden. Und in der That beobachtete ich an diesen Stellen mehrere Male durch ihre Grösse ausgezeichnete Zellen; aber alle Bemühungen, sie auf ihre Entstehung aus den Segmenten des Muttersprosses zurückzuführen, waren vergeblich; und ich kann hier nur auf die Beobachtungen verweisen, die ich bei *Umbraculum* machen konnte, welche Gattung in diesen Verhältnissen wohl mit *Symphyogyna* übereinstimmen dürfte.

Der Scheitel der Sprosse ist, wie bei *Pellia epiphylla,* beiderseits mit zweizelligen Keulenhaaren bedeckt. Sie bilden sich reichlicher an der Ventral- als an der Dorsalseite, zeigen aber keinerseits eine regelmässige Stellung, und weisen in dieser Beziehung auf ähnliche Verhältnisse wie bei *Aneura* hin. An der Ventralseite fand ich öfters zwischen diesen zweizelligen Gebilden andere, die kurzgliedrige Zellreihen darstellten, deren Spitzenzelle als Keulenpapille ausgebildet war. Es kommt selbst vor, dass an der Basis dieser Zellreihen eine oder mehrere Zellen durch eine Längswand getheilt erscheinen, so dass schmale bandförmige Läppchen entstehen. Es sind diese Bildungen offenbar analog den blattartigen Schüppchen an der Ventralseite der Sprosse von *Blasia,* die öfters mitten zwischen Keulenpapillen gefunden werden, und mit den Amphigastrien nicht verwechselt werden dürfen[1]).

Die Geschlechtsorgane sind bei den von mir untersuchten Symphyogynen immer auf verschiedene Sprosse vertheilt.

Die Antheridien sitzen in grosser Zahl auf der Dorsalseite der Frons und deren Mittelrippe eingesenkt. Jedes Antheridium ist gedeckt von einer durch Wucherung der oberflächlichen Zellenschicht gebildeten Schuppe, die rückwärts und seitlich mit dem Gewebe der letzteren in Verbindung, nur nach vorne frei und hier unregelmässig in Zähne ausgezogen ist. Es werden dadurch Kammern gebildet, deren Decke blasenartig über die Lauboberfläche hervorgewölbt ist. In der Stellung der Antheridien ist durchaus keine Regelmässigkeit zu erkennen. Häufig findet man sie dicht gedrängt, die ganze Breite der Mittelrippe einnehmend (und dann bis zu vier neben einander gereiht) auf weite Strecken hin dem Verlauf derselben folgend. Sie werden unmittelbar am fortwachsenden Scheitel angelegt: Zuerst erkennt man die über die Frons hervorgewölbte Antheridienmutterzelle, und während diese nun

[1]) Vergl. Heft I, pg. 27.

sich zum Antheridium umbildet, beginnt die Wucherung des umliegenden Gewebes, welche endlich zur Versenkung desselben führt. Es geht also, und dies ist bemerkenswerth, die Anlage des Antheridiums der Anlage des dasselbe deckenden Schüppchens voraus, der Ort der Bildung des letzteren wird bestimmt durch den Ort der Anlage eines Antheridiums. Es ist dies eine Erscheinung, in der alle frondosen Jungermannien übereinstimmen, und wodurch sie sich wesentlich von den foliosen unterscheiden, bei denen der Schutz der Antheridien den Blättern übertragen ist, die vor den Antheridien und unabhängig von diesen angelegt werden, also auch an sterilen Sprossen erscheinen [1]).

Der männliche Spross kann auch die Bildung der Antheridien sistiren und im Weiterwachsen wieder den Charakter eines sterilen Sprosses annehmen. Wir finden daher auch häufig Sprosse, die in ihren älteren Theilen Antheridiengruppen tragen, bei denen also die Mittelrippe dicht mit den schuppenähnlichen Hüllen besetzt ist, die aber gegen die Spitze hin durchaus schuppenlos erscheinen, und ich habe ein paar Mal gesehen, dass an solchen Sprossen die Antheridienbildung sich wiederholen kann.

Die Archegonienstände stehen genau in der Mediane der Mittelrippe unmittelbar über dem dieselbe durchziehenden Nerv, dessen Verlauf aber in keiner Weise dadurch geändert wird. Man findet sie ebenso an den gemeinsamen Fussstücken der einzelnen Gabelzweige, als an diesen selbst und es erscheint öfters ein ganzes Sprosssystem von Stelle zu Stelle mit Archegonienständen (ich zählte oft bis zu 8) besetzt. Die Archegonien stehen auf einer höckerförmigen Anschwellung der Mittelrippe (torus pistillorum) oft in grosser Zahl (bei *S. sinuata* bis zu 80) dicht gedrängt und es zeigt jede solche Gruppe, scheinbar regellos durch einander gemengt, Archegonien verschiedenen Alters; neben solchen, die schon geöffnet sind, auch erst wenigzellige Anlagen. Dicht zwischen und um die weiblichen Organe findet man nun sehr zahlreich zweizellige Keulenhaare, ganz denen ähnlich, wie sie normal am Sprossscheitel vorkommen. Von diesen Organen nun geht die Absonderung des zähflüssigen Schleimes aus, welcher den ganzen Archegonienstand dicht umhüllt und in welchem auch noch der schon ziemlich weit entwickelte Fruchtsack eingebettet ist. Die Absonderung des Schleimes geht ganz in gleicher Weise vor sich, wie ich es seinerzeit für *Blasia* beschrieben habe [2]) wo der die Gemmenbehälter erfüllende Schleim in gleicher Weise das Product ganz ähnlich gebauter Keulenhaare ist. Auch hier sehen wir häufig die äusserste cuticularisirte Zellhautschichte am Scheitel des Keulenhaares abgehoben oder selbst aufgerissen, und es scheint in allen ähnlichen Fällen (Fruchtsack von *Pellia*, von *Monoclea* etc.) gerade die Schleimabsonderung die Hauptfunction dieser Organe zu sein.

Die Archegonienstände sind bei den Symphyogynen bekanntlich in gleicher Weise wie bei *Pellia* etc. von einer in Form einer vielfach und verschieden gelappten oder getheilten

[1]) Vergl. im allgemeinen Theile pg. 4 et seq.

[2]) l. c. pg. 61.

Schuppe ausgebildeten Hülle bedeckt. Diese Hülle steht rückwärts und seitlich mit dem Gewebe der Mittelrippe in Verbindung, schliesst nach vorne nicht zusammen und gleicht so einem nach vorne weit geöffneten Sacke. Es besteht diese Hülle am Grunde aus mehreren Zellschichten, die aber gegen ihre Spitze hin sich allmälig verlieren, so, dass ihre obere Hälfte einschichtig erscheint. Dabei entspringen häufig aus ihrer Fläche beiderseits breitere und schmälere bandartige Lappen, die theils mit schmaler Basis aufsitzen, in anderen Fällen aber mit einem Seitenrande in der Längsrichtung der Hülle mit dieser verwachsen sind, und dann in Form von flügelartigen Anhängen erscheinen.

Die Anlage und Entwicklung dieser Archegonienstände bietet nichts eigenthümliches und gleicht im Allgemeinen den entsprechenden Vorgängen bei *Pellia;* und es kann daher von einer ausführlicheren Beschreibung füglich Umgang genommen werden.

Auch die Archegonien folgen in ihrem Aufbaue durchaus dem allen Jungermannieen eigenen Typus (Taf. IV Fig. 9). Die entwickelten Archegonien sind sehr schlank; ihr Halstheil ist gegen den auffallend schmächtigen Bauchtheil sehr lang (Fig. 10). Die meisten Archegonien eines Standes sind normal ausgebildet, doch findet man in jedem derselben auch abnorm entwickelte. So kommt es häufig vor, dass das sonst ganz gut entwickelte Organ sich unterhalb seines Bauchtheiles auf eine Zelle verjüngt und somit dem Torus nur mit einer Zelle inserirt ist. Einen andern mir einmal vorgekommenen abnormen Aufbau eines halb erwachsenen und dann abgestorbenen Archegoniums habe ich auf Taf. IV Fig. 8 abgebildet. Es ist diese Missbildung deshalb interessant, weil sie an den Typus der Archegonienentwicklung erinnert, wie er normal bei den Laubmoosen vorkommt. Während aber bei diesen die wie bei den Lebermoosen gebildete Deckelzelle durch successive Längstheilungen einige Stockwerke von Zellen bildet, die zur Verlängerung des Halses (durch Bildung von Canal- und Wandzellen) beitragen, sehen wir hier, dass zwar ebenfalls der Hals des Archegoniums durch Spitzenwachsthum sich verlängert, dass aber dieses Spitzenwachsthum, vor Bildung einer Deckelzelle, von der »Innenzelle« ausgeht. Nach der Zellengruppirung zu schliessen, dürfte folgender Vorgang eingehalten worden sein: Aus der noch einzelligen Archegonanlage hatten sich, wie bei Laub- und Lebermoosen, vorerst drei Wandzellen und eine am Scheitel trichterförmig erweiterte Innenzelle gebildet. Anstatt, dass diese nun an ihrem Scheitel die Deckelzelle abschnitt (Fig. 9[a]), wuchs sie in die Länge und sonderte ihre seitlichen Parthieen durch nach innen stark convexe, nach drei Seiten orientirte und sich an die unteren Wandzellen ansetzende Längswände als kürzere Wandzellen ab, welche die eine in gleichem Maase verlängerte Innenzelle umgeben. Am Scheitel des Archegoniums hatte die letztere also im Querschnitte die Form eines Dreieckes, das aber, da die secundären Theilwände eine etwas grössere Divergenz als $^1/_3$ zeigten, gegen das bei etwas tieferer Einstellung erscheinende Dreieck etwas verschoben war. Das gemeinsame bei beiden Vorgängen besteht also darin, dass der Halstheil des Archegoniums einem Scheitelwachsthum desselben seine Entstehung verdankt, welches aber

bei den Laubmoosen von der Deckelzelle, bei diesem Archegonium von der Innenzelle ausgeht.

Die Vorgänge, welche das Archegonium bei seiner Umbildung zur Kalyptra erleidet, sind im Wesentlichen schon durch die Angaben *Gottsche's* bekannt, und unterscheiden sich nicht von den entsprechenden bei *Pellia:* Es wird der ganze Torus in die Zellvermehrung einbezogen, und es erscheinen daher die unbefruchteten Archegonien an der Kalyptra emporgehoben und selbst bis an den Scheitel hin an derselben vertheilt. In gleicher Weise erscheint die Kalyptra auch mit den Keulenhaaren bedeckt, und ich habe schon oben erwähnt, dass dieselbe in Folge der secernirenden Thätigkeit der letzteren in eine dicke Schleimlage eingebettet ist.

Die Embryoentwicklung der *Symphyogyna rhizoloba* zeigt manche bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten, welche sie von der den andern Jungermannieen zukommenden nicht unwesentlich unterscheiden. Es ist vorerst zu bemerken, dass schon die Form halberwachsener Embryonen von der, wie sie bei anderen Gattungen demselben Entwicklungszustand entspricht, in der grössten Mehrzahl der Fälle weit verschieden ist. Bei diesen finden wir (oft schon von den ersten Theilungen an) den Scheitel kuppenförmig gewölbt, und der Embryo verbreitert sich vom Grunde an successive bis an diesen hin. Bei *S. rhizoloba* aber sind die Embryonen noch bei 300 Mik. Länge spindelförmig, haben also in der Mitte, nicht an ihrer Spitze die grösste Breite. Es ist ferner bemerkenswerth, dass die Anlage des Sporenraumes so spät sichtbar wird. Ich mass Embryonen bis zu 600 Mik. Länge; auch diese waren am Scheitel zugespitzt, und in dem schmäler werdenden Theile dicht unter der Spitze war der Sporenraum erkennbar, der in der Längsrichtung des Embryo nur 36 Mik. mass. Der grösste Theil dieses doch schon ziemlich grossen Embryo war also aus dem Stiele (plus Fusse) desselben bestehend, und die Zellen in diesem sterilen Theile waren schon bedeutend gestreckt. Wenn man die Querschnitte solcher Embryonen untersucht, so zeigt sich ferner das Abweichende, dass die an den Embryonen anderer Gattungen so scharf ausgeprägte und charakteristische Kreuztheilung fehlt: im Centrum des Querschnittes finden wir dagegen eine Zelle (Taf. V, Fig. 11) oder die Gruppirung der wenigen Innenzellen ermöglicht wenigstens durchaus nicht ihre Auftheilung in Quadranten (Fig. 12, 13). Diese Eigenthümlichkeiten veranlassten mich, dem Studium der Embryoentwicklung von *Symphyogyna* besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Ein reiches Material, dass ich der Güte des Herrn *Buchanan* in Neu-Seeland verdanke, ermöglichte mir, eine grosse Zahl von Embryonen (weit über 100) zu untersuchen, und ich glaube dadurch in die Lage gekommen zu sein, über die Art der Embryoentwicklung mehr als blos Vermuthungen aussprechen zu können.

Schon die ersten Theilungen in der befruchteten Eizelle zeigen in Bezug auf ihre Orientirung zur Archegoniumaxe und ebenso in Bezug auf ihre Aufeinanderfolge bedeutende Schwankungen. Der häufigste Fall ist der, dass die stark verlängerte Eizelle durch eine

Querwand in zwei Hälften zerfällt[1]). Die untere Zelle bleibt ungetheilt[2]) und ist auch an ziemlich weit entwickelten Embryonen deutlich erkennbar. Die obere Zelle theilt sich entweder sogleich (Fig. 4, 10) oder nach dem vorherigen Auftreten einer Querwand[3]) (Fig. 2, 3, 5, 7, 9) durch eine gegen die Embryoaxe etwas geneigte und an die ihre Basis bildende Querwand sich ansetzende Längswand in zwei nebeneinander liegende aber ungleich hohe Zellen, von denen ausschliesslich die höhere den Scheitel des sich nun zuspitzenden Embryo einnimmt. Von dieser Zelle nun geht die Weiterentwicklung des Embryo aus, der nun durch längere Zeit Spitzenwachsthum zeigt. Ich habe mich des öfteren überzeugt, dass dieses Spitzenwachsthum durch zweiseitige Segmentirung der Scheitelzelle vermittelt wird, in anderen Fällen schien es mir aber, als ob in der Aufeinanderfolge der Segmente eine andere Divergenz eingehalten worden wäre.

Wenn wir nun, bevor wir auf weitere Erörterungen eingehen, den wesentlichsten Unterschied in der Entwicklung der Symphyogyna-Embryonen gegenüber denen der übrigen Jungermannieen nochmals hervorheben, so besteht er darin, dass die im oberen Theile durch die erste Längswand sich bildenden und nebeneinander liegenden Zellen bei ersterer Pflanze ungleich sind, bei den letzteren aber bei gleicher Höhe zu gleichen oder nahezu gleichen Theilen den Scheitel der Fruchtanlage einnehmen. Wohl sind auch unter den Jungermannieen Ausnahmsfälle bekannt, wo Verhältnisse eintreten, welche den bei *Symphyogyna*, normal vorkommenden entsprechen. Ich habe seinerzeit für *Blasia*[4]) solche Fälle bekannt gemacht, später auch bei *Jungermannia*[5]) ähnliche besprochen, und ich werde noch später Gelegenheit haben, auch für *Fossombronia* einen diesbezüglich sehr belehrenden Ausnahmsfall anzuführen. Ueberall da aber bedingt es das geringe Scheitelwachsthum und die so bald eintretende Anlage des Sporenraumes, dass noch beide, wenn auch ungleich hohe Längstheile des Embryo bei letzterem Vorgange in Mitleidenschaft gezogen werden. Aehnlich ist es, nach *Kienitz-Gerloff*, bei *Marchantiaceen* und *Ricciecn*[6]), und immer hat die

[1]) Ich fand aber auch Embryonen, wo schon diese erste Querwand gegen die Archegonaxe sehr stark geneigt war, wie dies bei *Riccia* constant vorkommen soll.

[2]) Aber es können in ihr auch eine oder ein Paar Theilungen eintreten (Fig. 4, 6, 7).

[3]) Diese Querwand steht selten auf der Embryoaxe senkrecht (Fig. 2, 3, 7). In der Regel ist auch sie mehr weniger stark geneigt, so dass das durch sie gebildete (mittlere) Stockwerk ungleiche Höhe hat (Fig. 5, 6). Es finden sich da alle möglichen Uebergänge aus der reinen Querlage bis zu der, wo sie als schiefe und sich nicht mehr an die Seitenwand, sondern an die Basilarwand ansetzende Längswand erscheint. Mag sie nun aber welche Lage immer haben, in jedem Falle ist (falls sie natürlich nicht genau quergestellt ist, in welchem Falle ein solcher Gegensatz nicht hervortreten kann), die auf sie folgende schiefe Längswand im oberen Stockwerke nach der entgegengesetzten Seite geneigt.

[4]) Heft I, pg. 49, Taf. III, Fig. 12.

[5]) Heft II, pg. 55, Taf. X, Fig. 12 und 13.

[6]) Bot. Zeit. 1874 und 1875. In letzterer Abhandlung gibt *K.-G.* auch eine Entwicklungsgeschichte des Embryo von *Sphaerocarpus*. Es geht daraus hervor, dass einzelne Jugendstadien (Fig. 19) und weiter entwickelte Zustände (Fig 23 und 24) schliessen lassen, dass auch hier Scheiteloctanten entstehen, welche sich gleichmässig bei der Kapselbildung betheiligen. So habe auch ich es gefunden. Der in Fig. 20 abgebildete

rasch eintretende Differenzirung in Wandschicht und Sporenraum die Betheiligung beider oberen Quadranten an diesem Vorgange zur unmittelbaren Folge. So ist es auch bei *Anthoceros,* und nur mit der Abänderung, dass hier in der höheren den Scheitel der Fruchtanlage einnehmenden Hälfte auch nach der Differenzirung der sporenbildenden Schichte noch Spitzenwachsthum stattfindet, welches dann aber selbstverständlich nur mehr der Wandschicht zu Gute kommt, die an dieser Stelle dann in einen schnabelartigen Fortsatz ausgezogen wird [1]).

Bei *Symphyogyna* ist aber unzweifelhaft, dass in dem einen bevorzugten (höheren) Scheitelquadranten und vor Anlage der Octantenwände längere Zeit Spitzenwachststhum stattfindet, und dass die Differenzirung der Kapsel (in Sporenraum und Wandschicht) ja selbst die Abscheidung derselben von dem zum Sporogonstiele werdenden Theile erst im Verlaufe dieses Spitzenwachsthumes stattfindet (Fig. 4, 5, 9, 10). Ich habe ja auch schon oben erwähnt, dass noch bei Embryonen, die bis 600 Mik. Länge erreicht hatten, der Sporenraum in ganz geringer Ausdehnung sichtbar ist. Bei Embryonen, die bis 300 Mik. Länge erreichten, ist der Sporenraum kaum merkbar, und dieser liegt ganz in dem sich zuspitzenden obersten Theile, in einer Region, wo der Verlauf der Theilwände deutlich zeigt, dass er durch Scheitelwachsthum des Embryo entstanden ist (Fig. 13). Es geht, wie ich glaube, daraus unwiderleglich hervor, dass die Sporenkapsel nur aus dem grösseren bis an den Scheitel reichenden Stücke des einmal längsgetheilten Embryo gebildet werden kann, dass das andere Stück nur in die Fussbildung einbezogen wird. Das ist aber derselbe Vorgang, wie er typisch bei den Laubmoosen eingehalten wird, und ich habe im allgemeinen Theil versucht, aus dieser Thatsache einige, wie mir scheint, nicht unwesentliche Folgerungen zu ziehen.

Die weiteren Details in der Entwicklung des Sporogons bei seiner Differenzirung in Wand und Sporenraum, und ebenso die Anlage der Sporenmutterzellen und Elateren im letzteren sind mir dunkel geblieben, so viel ich mir auch Mühe gab, mir über diese Vorgänge Klarheit zu verschaffen. Ich will nur noch erwähnen, dass die Wandschicht über dem Scheitel des Sporogons in Folge länger andauernder secundärer Zelltheilungen einen nabelartigen Fortsatz zeigt (Fig. 14), dass die Trennung in Elateren und Sporenmutterzellen verhältnissmässig spät auftritt, und dass die ersteren in der Embryoaxe parallelen Zügen geordnet und gleichmässig durch den ganzen Sporenraum vertheilt sind.

Das Aufspringen der Kapsel erfolgt bei *Symphyogyna* nach *Gottsche* [2]) durch vier Längsrisse, welche wie bei *Andreaea* am Scheitel zusammengehalten werden. Ich möchte glauben,

Embryo aber dürfte wohl eher darauf hinweisen, dass (als Ausnahmsfall) eine der *Symphyogyna* ähnliche Entwicklungsrichtung eingehalten werden kann. Ich möchte auch nur nebenbei bemerken, dass *Dr. Carrington* geneigt ist. *Sphaerocarpus* den Jungermanniaceen (Aneura etc.) anzureihen.

[1]) Entwicklung der Kapsel von *Anthoceros* in Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. LXXIII.

[2]) Bot. Zeitg. 1858. pg. 285.

dass diese Eigenthümlichkeit mit der abweichenden Embryoentwicklung im Zusammenhange steht: Bekanntlich — und darauf wurde zuerst von *Kienitz-Gerloff* hingewiesen — entsprechen die vier Klappen der aufgesprungenen Jungermannieenkapsel den vier Scheiteloctanten des Embryo, indem die Trennung nach ihrer Abgrenzung erfolgt. Eine solche Beziehung kann hier selbstverständlich nicht stattfinden, da ja die eine, den zwei Octanten entsprechende Embryohälfte in die Kapselbildung gar nicht einbezogen wird. Ob aber zwischen den Theilungen in der noch Längenwachsthum zeigenden Fruchtanlage und den Rissstellen aus der Kapsel vielleicht ähnliche Beziehungen bestehen, wie sie von *Kühn*[1]) für *Andreaea* nachgewiesen wurden, wage ich nicht zu entscheiden. Auch möchte ich noch bemerken, dass die nabelartige Auftreibung der Kapsel an ihrem Scheitel, die, wie ich oben erwähnte, nur in der hier mächtiger entwickelten Wandschichte ihren Grund hat, sehr wohl mit der Deckelbildung der Laubmoose verglichen werden kann. —

7. Blyttia. Taf. II.

Gottsche: Ann. d. sc. nat. 1864, pg. 177.

Die sterilen Sprosse der *Blyttia Lyellii* G. sind durchaus schuppenlos. Sie haben eine deutliche an der Ventralseite etwas hervorragende Mittelrippe, die von einem Bündel sehr lang gestreckter und zierlich verdickter Zellen durchzogen wird. Es gleicht dieser Nerv durchaus dem, wie wir ihn in den Gattungen *Symphyogyna* und *Umbraculum* finden, und es kann seine Beschreibung hier füglich übergangen werden. Rechts und links setzt sich die Mittelrippe in eine einschichtige, am Rande häufig wellig gefaltete Laubfläche fort, welche so wie bei *Metzgeria* an jener unvermittelt ansetzt, ohne wie bei *Pellia* etc. allmälig sich in jene zu verlieren.

Das Spitzenwachsthum erfolgt mit zweischneidiger Scheitelzelle (Taf. II Fig. 13). Da die Seitenwände derselben unter sehr spitzen Winkeln aneinander stossen und sehr lang sind, so erscheint sie tief in das Gewebe eingesenkt. Jedes Segment zerfällt durch zwei schiefe nach der Rücken- und Bauchseite geneigte Wände in drei Zellen. Die mittlere Zelle bildet durch Auswachsen und wiederholte Theilungen, welche ganz nach dem Typus der *Metzgeria* stattfinden, die einschichtige Laubfläche; die beiden seitlichen Zellen bilden das Gewebe des Mittelnerven.

Auch bei *Blyttia* finden sich zwei Formen der Auszweigung. Die durch Endverzweigung entstandenen Triebe, die aber durchaus nicht häufig vorkommen, erkennt man leicht daran, dass die Mittelnerven der beiden Gabelzweige unter sehr spitzen Winkeln erst nach längerem Verlaufe in dem gemeinsamen Fussstücke aneinander treffen, und dass auch die Laubflächen

[1]) Entwicklungsgeschichte der Andreaeaceen in Schenk und Luerssen: Mittheilungen etc. Heft I, 1871, pg. 47 et seq. Das Aufspringen geschieht hier nach den Diagonalen des »Grundquadrates«, ist also weder durch die Hauptwände der Segmente noch durch die erste in ihnen auftretende (Radial-) Theilung bestimmt, sondern erst Folge eines secundären Differenzirungsprocesses in der Wandschicht des Sporogons.

sich unmittelbar in einander fortsetzen. Obwohl ich die Anlage dieser Sprosse nicht beobachtete, ist es doch nicht zweifelhaft, dass sie in gleicher Weise, wie die entsprechenden Auszweigungen bei *Metzgeria, Aneura* etc. entstehen.

Viel häufiger ist die Sprossbildung an der Ventralseite der Frons. Diese Sprosse entspringen seitlich an der Mittelrippe, sind auf längere Strecken nur aus der Mittelrippe bestehend, und erhalten erst allmälig und in einiger Entfernung von ihrer Insertion die einschichtige Laubfläche. Ihr Nerv steht mit dem des Tragsprosses nicht in Verbindung, sondern hört in der Oberfläche des letzteren und in der Weise auf, dass die denselben zusammensetzenden Zellen viel weiter und kürzer sind, und allmälig bis auf eine oder zwei aufhören, die dann aber nicht aneinander liegen, sondern durch dünnwandige Parenchymzellen von einander getrennt sind. Auch geht das Gewebe der Oberflächenschichten der beiden Sprosse unmittelbar in einander über. Schon diese Thatsachen lassen auf ihren exogenen Ursprung schliessen, was aber auch durch die Entwicklungsgeschichte unzweifelhaft bestätigt wird:

Ich möchte vorerst hervorheben, dass diese Sprosse ihrer Entwicklung nach durchaus keine akropetale Entstehungsfolge voraussetzen lassen, da häufig genug mitten zwischen älteren Sprossen jüngere und selbst solche, die auf einen kaum erkennbaren Zellhöcker reducirt sind, sich vorfinden. Dass aber alle Sprossanlagen sehr nahe am Scheitel entstehen, dafür spricht vor allem der Umstand, dass Sprossanlagen bis an diesen hin aufgefunden werden können. Auch zeigen jene Zellhöcker in einiger Entfernung von der Spitze durchaus nicht den Charakter sich eben entwickelnder Sprossanlagen, da die in ihrem Scheitel gelegenen Zellen keine der zweiseitigen Segmentirung entsprechende Zellgruppirung erkennen lassen, sondern vielmehr ruhenden oder abgestorbenen Anlagen gleichen. Die zunächst dem Scheitel gelegenen Höcker aber haben ganz den Meristemcharakter, und man erkennt auf den ersten Blick, dass in ihnen rege Zelltheilung stattfindet. Die jüngste Sprossanlage, die ich beobachtete, ist in Taf. II Fig. 14 abgebildet. Eine Scheitelzelle lässt sich durchaus nicht erkennen, und die zwei Zellen, die man etwa dafür halten könnte (x und y), lassen auf eine zweiseitige Segmentirung wohl nicht schliessen. Doch möchte ich die Zellgruppirung hier als eine, durch bestimmte gesetzmässige Theilungen bedingte halten, da ich sie zu wiederholten Malen und auch an anderen Gattungen[1]) ganz in gleicher Weise wiederfand. An allen solchen Sprossanlagen fällt vor allem eine die Scheitelfläche gewissermasen halbirende Wand (m- n) auf und in beiden so gebildeten Hälften sehen wir ungefähr dieselbe Zellgruppirung. Nun findet man weiters nicht selten ganz junge Sprosse, welche schon (durch Endverzweigung entstandene) Gabelung zeigen, wie überhaupt nach diesem Typus verzweigte öfters zu beobachten sind. Ich möchte daher vermuthen, dass diese Sprossanlage im Stadium der Zweigbildung begriffen war, wobei ich es allerdings dahin-

[1]) Umbraculum; man vergleiche Taf. VII Fig. 8.

gestellt lassen muss, in welcher Weise die Zweiganlage erfolgt und wann und wie sich die zweischneidige Scheitelzelle constituirt.

In Fig. 15 ist eine andere Sprossanlage dargestellt, die etwas weiter vom Scheitel entfernt war. Hier scheint der Vegetationspunkt ungetheilt zu sein, auch erkennt man eine (allerdings etwas verzogene) zweischneidige Scheitelzelle und auch eine der zweiseitigen Segmentirung entsprechende Zellgruppirung lässt sich unschwer erkennen. Schwieriger zu deuten ist das in Fig. 18 dargestellte Praeparat. Die Gruppirung der die centrale Gruppe umgebenden Zellen lässt, im Vergleich mit Fig. 15 auf eine zweiseitige Segmentirung schliessen. Die Zellen jener Gruppe aber zeigen sich in darauf senkrechter Richtung verlängert; eine zweischneidige Scheitelzelle ist nicht erkennbar. Um einen Versuch der Erklärung dieser und ähnlicher Bilder zu geben, möchte ich folgendes anführen: Wenn sich in der Nähe des Scheitels eine Sprossanlage mit der Bildung einer zweischneidigen Scheitelzelle constituirt, und die Mutterzelle derselben nicht als papillöse Hervorwölbung über die Oberfläche hervortritt, sondern mit ihrer Scheitelfläche in der Sprossoberfläche verbleibt, so muss bei dem Umstande, als die Sprossanlage noch in einer Region auftritt, wo die Zellen des Muttersprosses in starker Längsstreckung begriffen sind, diese offenbar die Zelltheilung und Zellstreckung in jener beeinflussen. Setzt die junge Scheitelzelle nun continuirlich ihre gesetzmässigen Theilungen fort, bilden sich also fortwährend neue Segmente, so werden offenbar vor allem diese in ihrem Wachsthume von jener Streckung beeinflusst, da die durch diese bedingte Zerrung sich vor allem in der Peripherie des neuen Vegetationsscheitels geltend machen muss. Die neue Scheitelzelle wird also nur im geringen Masse und um so weniger der zerrenden Wirkung ausgesetzt sein, je rascher sie sich theilt, wobei wohl noch der Umstand mit zu berücksichtigen kommt, dass dieselbe mit der fortschreitenden Segmentirung immer weiter über die Sprossoberfläche emporgehoben und schon auch dadurch der Zerrung, die offenbar vorzüglich an der Basis des Sprosshöckers wirksam ist, entzogen wird. Ganz anders aber wird sich die Wirkung der Längsstreckung auf die junge Sprossanlage dann äussern, wenn deren Scheitelzelle bald nach ihrer Constituirung ihre Segmentirung sistirt, sei es nun, dass die junge Sprossanlage überhaupt abstirbt, oder in einen Ruhezustand übergeht. Soll nicht ein Zerreissen des Gewebes oder eine übermässige Verlängerung der Zellen in der Richtung, in welcher die Streckung erfolgt, eintreten, so müssen Zelltheilungen in darauf senkrechter Richtung stattfinden, und so kann es geschehen, dass in der Scheitelzelle die Theilwände in Richtungen auftreten, welche nicht durch die Wachsthumsgesetze der Sprossanlage sondern durch das Gesammtwachsthum des umliegenden Gewebes des Muttersprosses beinflusst werden. In dem speciellen in der Fig. 18 dargestellten Falle dürften die Quertheilungen 1, 2 etc. in diesem Sinne aufzufassen sein. Es muss dann freilich dahingestellt bleiben, aus welcher secundären Zelle und in welcher Weise die Scheitelzelle sich eventuell wieder regenerirt.

Diese ventral entstehenden Sprosse zeigen in gleicher Weise wie ihr Tragspross selbst beide Formen der Auszweigung, wenn auch bei ihnen wieder in gleicher Weise wie bei jenen die ventrale Sprossbildung überwiegt. Ich werde noch später Gelegenheit haben, auf diese Sprossbildung zurückzukommen.

Der Sprossscheitel ist immer von zahlreichen zweizelligen Keulenhaaren (in gleicher Weise etwa wie bei *Pellia epiphylla*) umgeben. Sie stehen reicher an der Ventralseite als an der Dorsalfläche, aber immer nur an der Mittelrippe, nie an der einschichtigen Laubfläche. Weiter vom Scheitel entfernt stehen sie (natürlich in Folge der Sprosstreckung) zerstreuter und zwar seitlich und ziemlich genau an der Stelle, wo die Mittelrippe in die Laubfläche übergeht. Ich vermag nicht anzugeben, ob sie, wie es mir wahrscheinlich ist, aus morphologisch bestimmten Zellen entstehen und somit ihrer Anlage nach etwa wie bei *Metzgeria* regelmässige Stellung zeigen oder nicht.

Aehnliche Haare trägt auch von Stelle zu Stelle der Laubrand und nach ihren ziemlich gleichen Abständen zu schliessen, dürften auch diese in gesetzmässiger Weise gebildet werden, wobei vielleicht jedem Segmente eine solche Haarpapille entsprechen dürfte. Auch die ventral entstehenden Sprosse zeigen, auch wenn sie eben erst als Zellhöcker bemerkbar werden, solche Keulenhaare. Ich habe oben erwähnt, dass diese Sprosse anfangs keine Frons ausbilden und gewissermassen auf die Mittelrippe reducirt sind. An diesen nun stehen die Keulenhaare ringsum am Scheitel, was selbstverständlich daher rührt, dass die sonst am Laubrande stehenden und durch die rasche Ausbildung desselben vom Scheitel abgerückten Papillen hier in Folge des unterdrückten Flächenwachsthumes an demselben sich häufen, und nur nach Massgabe der Längsstreckung des Sprosses zugleich mit den ventral und dorsal inserirten von demselben entfernt werden.

Was ich schon zu wiederholten Malen betonte, dass nämlich diese Keulenhaare nie zu Rhizoiden werden, und dass letztere durchaus verschiedene morphologische Gebilde sind, — tritt namentlich bei dieser Pflanze mit vollkommener Deutlichkeit hervor. Da nämlich die Rhizoiden ziemlich zerstreut auftreten, so kann man leicht da und dort zwischen ihnen die unveränderten Keulenhaare beobachten. Immer nehmen diese ihren Ursprung aus einer normalen Oberflächenzelle, von welcher nur ein ganz kleines Flächenstück der Insertion des Keulenhaares dient. Ganz anders verhält es sich mit den Rhizoiden. Diese bilden sich nicht durch einfaches Auswachsen von Oberflächenzellen, sondern in der Weise, dass aus einer solchen vorerst eine kleinere Zelle abgeschnitten wird, welche dann ihrer ganzen Breite nach zum Rhizoid auswächst: Unterhalb der Vegetationsspitze, und zwar in der Region, wo die Zelltheilung in den Oberflächenzellen im Allgemeinen schon aufgehört hat, und die Streckung beginnt, ist die Stelle, wo die Mutterzellen der Rhizoiden gebildet werden. Von zahlreichen Oberflächenzellen wird nämlich das basiskope Ende abgeschnitten (entweder seiner ganzen Breitenerstreckung nach, oder nur eine Ecke an demselben), in gleicher Weise, wie ich dies für *Metzgeria* angegeben habe, oder wie bei vielen Monocotylen aus

Epidermiszellen die Mutterzellen der Spaltöffnung abgeschnitten werden. Ein wesentlicher Unterschied an letzterer Bildungsweise besteht aber in so ferne, als die Specialmutterzellen *(Strasburger)* die ganze Tiefe der Epidermiszellen in Anspruch nehmen, während hier (wie bei *Metzgeria*) nur ein äusseres Stück der Oberflächenzelle zur Rhizoidenmutterzelle verwendet wird. Die Bildung der Rhizoiden aus diesen geschieht früher oder später. Häufig beobachtet man nämlich zwischen schon gebildeten Rhizoiden und weit entfernt vom Scheitel noch diese kleinen Zellen, denen aber wahrscheinlich die Fähigkeit, zu Rhizoiden auszuwachsen, verblieben ist; wofür auch der Umstand spricht, dass zwischen alten ausgewachsenen Rhizoiden (mit schon tief gebräunten Wänden) kürzere und augenscheinlich noch im Längenwachsthume begriffene gefunden werden.

Die beiden Arten von Geschlechtsorganen stehen in der Regel auf verschiedenen Individuen. Doch findet man sie auch an besonderen Sprossen eines Pflänzchens, ja selbst an demselben Sprosse. Beide Arten stehen an der Dorsalfläche der Mittelrippe, aber immer in der Weise, dass die weiblichen die Mitte derselben einnehmen, während die Antheridien an deren Rande und in Längsreihen geordnet erscheinen.

Die Antheridien sind immer von Hüllschuppen gedeckt. *Eckart* in seiner Synopsis Jungermanniarum auf Tab. X, Fig. 87, 1 und 8 und *Hooker* in »British Jungermanniae« Tab. LXXVII, Fig. 2, 3, 4 stellen diese Schuppen als etwas verlängerte gefranste und schief inserirte Blättchen dar, die ziemlich regelmässig alternirend die beiden Seiten der Mittelrippe einnehmen. Es wird ferner angegeben, dass jede solche Schuppe 1 bis 2 Antheridien decke. Ich finde an den mir zur Untersuchung vorliegenden Exemplaren die Verhältnisse wesentlich anders: Seitlich an der Mittelrippe stehen, wie schon oben angegeben, in je einer Längsreihe die Antheridien, theils einzeln oder zu zweien aber auch zu drei hintereinander. Diese Gruppen sind gedeckt von meist sehr kurzen einschichtigen Laublappen, welche sich eigentlich nur als Auswachsungen einer der Mittelrippe angehörigen Längsreihe von Zellen darstellen. Diese genau im Sinne der Längsaxe des Sprosses inserirten Laublappen sind weder in Form noch Grösse unter sich gleich und bestimmt. Oft zeigen sie sich nur als äusserst schmale die Antheridien (von der Mittelrippe her) kaum deckende flügelartige Anhänge, die um so länger sind, je mehr Antheridien sie decken sollen, in selteneren Fällen aber erscheinen sie als breite fast den Rand der Frons erreichende Lappen, das eine Mal fast ganzrandig, das andere Mal vielfach gefranst. Alle diese Formen stehen durch einander an demselben Sprosse, und gerade diese ihre so verschiedene Ausbildung und ganz unregelmässige Stellung zeigt, dass sie durchaus nicht als Blattbildungen, sondern als locale Wucherungen des Thallus aufzufassen sind. Es ist im Grunde genommen ganz derselbe Process, wie er etwa bei *Blasia, Pellia* zur Versenkung der Antheridien in den Thallus, bei *Aneura* und *Pseudoneura* zur totalen Einhüllung derselben über der Thallusoberfläche führt, und wie er bei *Mörkia* und namentlich bei *Petalophyllum* die dicht gedrängten unter sich theilweise zusammenhängenden

und so kammernbildenden Schuppen erzeugt, zwischen welchen wie in Bienenwaben die Antheridien sitzen. Wie in allen diesen Fällen treten auch bei *Blyttia* die Antheridien sehr nahe der Vegetationsspitze auf, und erscheinen anfangs als papillöse Ausstülpungen von Oberflächenzellen. Rings um dieselben (um einzelne oder um Gruppen bis zu 3) bildet nun der Thallus einen allerdings sehr niederen Wallrand, so dass sie nun am Grunde sehr seichter Mulden stehen, über welche nun der basiskope Theil des Randes in Form einer Schuppe hinüberwächst, die anfangs also genau quer inserirt ist und die Antheridiengruppe von rückwärts deckt. Erst in Folge der sehr starken Sprossstreckung wird die quere Insertion der Schuppe in die longitudinale übergeführt, die Mulde noch mehr und bis zur Unkenntlichkeit verflacht, und zugleich werden die Antheridien in Längsreihen hintereinander gestellt. Wo aber die starke Längsstreckung unterbleibt, da bleibt auch die Mulde und theilweise auch die ursprüngliche Insertion der Deckschuppen erhalten. Wir sehen dies besonders schön an monöcischen Sprossen: Ich fand wiederholt solche, welche auf weite Strecken hin Antheridien in normaler Stellung und mit entsprechender Ausbildung der Schuppen zeigten. Aber mitten in dieser antheridientragenden Sprossregion fand sich ein weiblicher Blüthenstand (eine Gruppe dicht gedrängter Archegonien mit der Umhüllung) und in derselben Sprosshöhe und rechts und links des genau median gestellten Archegonienstandes fanden sich in flache Gruben versenkt und von schief inserirten Schüppchen von rückwärts her gedeckt Antheridien. In diesem Sprosstheile war eben in Folge der Bildung weiblicher Organe die Sprossstreckung unterblieben.

Auch die Anlage der Archegonien erfolgt unmittelbar hinter der Vegetationsspitze: Mit dem papillösen Hervorwachsen einiger Oberflächenzellen tritt an dieser Stelle vorerst eine Abflachung der sonst ziemlich stark convexen Mittelrippe ein, welche bald von einem rückwärts beginnenden durch Wucherung des Thallus gebildeten Wall umsäumt wird. Dieser Wall bildet sich zum sogenannten Involucrum aus. Die von ihm umgrenzte Fläche producirt nun zunächst ihrer Mitte successive mehrere Archegonien, die also anfangs von den Wallrändern ringsum ziemlich weit entfernt sind. Nun beginnt auf der ganzen Fläche zwischen den Archegonien und namentlich am Grunde des Involucrums die Bildung zahlreicher zweizelliger Keulenhaare (Paraphysen), worauf nun auch die zweite Hülle, das »Perianthium« sichtbar wird: Es erhebt sich innerhalb des Involucrums und der an seinem Grunde dicht gedrängt stehenden Haare ein Ringwall von Zellen, die sich sehr bald zu ein oder zweizelligen Zähnen verlängern, wodurch dieser Wallrand ziemlich gefranst erscheint. Die Verlängerung dieses geschieht nun ausschliesslich durch intercalares Wachsthum an seiner Basis (Taf. 11, Fig. 17). Werden keine Archegonien befruchtet, so wird aber das Wachsthum sehr bald sistirt: das Perianthium erreicht dann kaum die Länge der Archegonien, ist also viel kürzer als das Involucrum, diesem anliegend, und kann so leicht übersehen werden. Erst in dem Fall als eine Befruchtung eingetreten ist, setzt es sein Wachsthum fort und übertrifft dann an Länge um Vieles das Involucrum. Dieses ist dagegen in seiner Ausbildung

von der Befruchtung durchaus unabhängig. Es ist im ausgewachsenen Zustande am Grunde 4 bis 6 Schichten mächtig, besteht jedoch in seinem oberen Theile nur aus einer Zelllage. Nach aussen hin ist es höchst unregelmässig mit flügelartigen einschichtigen Lamellen besetzt, die sich leicht als Wucherungen der oberflächlichen Zellschichte erkennen lassen.

Die Kapsel (bis 2.5 Mm.) lang, gehört zu den grössten unter der Jungermannieen und wird in dieser Beziehung nur von der von *Monoclea* übertroffen. Die Kapselwand zeigt zwei Zelllagen, deren äussere gleichförmig verdickte und stark gebräunte Zellwände besitzt; die ziemlich langen (bis 0.3 Mm.) Schleuderer zeigen zwei Spiralbänder, die Sporen (Durchmesser 0.018 Mm.) ein gebräuntes netzförmig verdicktes Exospor.

In Bezug auf das Aufspringen der Kapsel dürfte *Blyttia*, wie es aus den Beschreibungen der Autoren und den Abbildungen hervorgeht, normal wohl eine Capsula quadrivalvis besitzen. An den mir vorliegenden Exemplaren finde ich aber mehrere Kapseln zweiklappig aufgesprungen (wie es *Gottsche* für *Mörkia* angibt); andere und zwar die Mehrzahl zeigen aber mehr als 4 (5—6) Klappen, die an dem Scheitel (wie bei *Symphyogyna*) zusammenhängen, so dass man besser sagen müsste, die Kapsel hätte sich durch mehre Längsspalten geöffnet.

Die Geschlechtsorgane finden sich häufig an ventral entstehenden Sprossen, die wieder, wie ich auch schon oben bemerkte, ebensowohl Endverzweigung als ventrale Sprossbildung zeigen können.

Es wäre immerhin möglich, dass die Geschlechtssprosse durchaus auf ventral entstehende Sprosse zurückzuführen sind, wie dies etwa bei *Metzgeria, Umbraculum* etc. der Fall ist. (Man vergleiche im allgemeinen Theile pg. 19.)

8. Mörkia, G. Taf. VI.

Gottsche in: Rabenhorst's Hep. europ. Nr. 121, 295 und Ann. des sc. nat. 1864 T. I, pg. 177.

Die Gattung *Mörkia* ist von *Blyttia* mit der sie früher vereinigt wurde, durch den Mangel des axilen Bündels langgestreckter und verdickter Zellen unterschieden, und wir werden sehen, dass auch in anderer Beziehung nicht unbedeutende Verschiedenheiten vorhanden sind. Die mächtige Mittelrippe ist an der Ventralseite sehr stark hervorgewölbt, und mit rothbraunen (M. norvegica) oder hellen (M. hibernica) Rhizoiden dicht besetzt. Sie setzt sich in gleicher Stärke bis an den Scheitel fort, der dadurch an der Ventralseite wulstförmig hervortritt. Diese überwiegende Entwicklung der ventralen Sprosshälfte bewirkt es dass der Ansatz der Laubfläche scheinbar ganz in die dorsale Hälfte rückt, und dass häufig die beiderseitigen Flächen nicht mehr in eine Horizontale fallen, sondern (etwa wie die Blätter bei vielen zweizeilig beblätterten Jungermanniaarten) kammförmig aufgerichtet erscheinen. Es tritt dies weniger an jenen Sprossen hervor, wo die Laubfläche stark in die Breite entwickelt ist (Taf. VI, Fig. 6, 8). Es gibt aber auch Sprosse, die ihre Laubfläche gar nicht oder nur in unbedeutendem Masse ausbilden, und so fast nur aus der Mittelrippe bestehen. In letzterem Falle geht die Aufrichtung der sehr schmalen Laubflächen selbst

in eine Einkrümmung über; aber auch im ersteren Falle erkennt man die überwiegende Entwicklung der ventralen Sprosshälfte als Grund der stielrunden Form des Sprosses daran, dass der grösste Theil der Querschnittsperipherie mit Rhizoiden besetzt ist, und der der Rückenfläche entsprechende Theil eingebuchtet erscheint. Von oben gesehen zeigen solche Sprosse eine der Länge nach verlaufende Rinne. Diese Ausbildung zeigen ebenso die an der Ventralseite exogen entstehenden Sprosse, als wir sie auch wiederfinden an den an fruchtragenden Sprossen durch Weiterwachsen derselben gebildeten stielrunden Sprossfortsätzen, die als Innovationen bezeichnet werden. Eine genauere Untersuchung solcher Fortsätze zeigt vollkommen deutlich, dass die früher stark verbreitete Laubfläche an der Uebergangsstelle in die neue Triebfortsetzung nicht aufhört, sondern sich allmälig in derselben verliert, und dass ihr Verlauf an dieser noch durch eine Strecke weit als zwei die Rückenfurche begrenzende scharfe Kanten erkannt werden kann [1]).

Den sterilen Sprossen fehlt an der Dorsalseite ebensowohl der Laubfläche als auch der Mittelrippe jede Spur von Anhangsgebilden. Wohl aber legt sich der Rand der Laubfläche, namentlich wo diese sehr verbreitert, (bei der krausen Form) in ziemlich regelmässiger Weise und zwar derart in Falten, dass diese meist an der Ventralseite nach vorne gelegt erscheinen, wodurch der Spross öfters das Aussehen erhält, als wäre er mit unterschlächtigen Blättern besetzt, und was offenbar daher kommt, dass die Mittelrippe des Sprosses im Längenwachsthum mit der Laubfläche nicht gleichen Schritt hält (Taf. VI, Fig. 6).

Wenn man den Verlauf der beiderseitigen Laubflächen nach der Sprossspitze hin verfolgt, so erkennt man, dass sie aus ihrer seitlichen Insertion immer weiter nach der Sprossoberseite rücken und gegen den Scheitelpunkt convergiren. Sie treten dort mit ihren Insertionen sehr nahe an einander, zwischen sich nur den aus wenigen Zellen bestehenden Scheitelpunkt freilassend, greifen aber mit ihren aufgerichteten Rändern weit übereinander. Diese Aufrichtung der Laubflächen und das Hinübergreifen der Insertionen auf den Rücken des Achselscheitels ist ebenfalls nur eine Folge der schon im Scheitel überwiegenden Entwicklung der ventralen Hälfte (Taf. VI Fig. 4).

Günstige Scheitelansichten geben ungefähr dasselbe Bild, wie man es bei *Pellia* erhält: Zwischen den Insertionen der Laubflächen verläuft eine Querreihe von Zellen, welche in darauf senkrechter Richtung verlängert, aber an der Ventralseite breiter sind als an ihrem dorsalen Theile, so dass die Verlängerungen ihrer Seitenwände nach einem an der Dorsalfläche des Sprosses und hinter dem Scheitel gelegenen Punkte convergiren; offenbar wieder der Ausdruck des schon im Scheitel überwiegenden Breitenwachsthums der ventralen Hälfte (Fig. 1). Auch die Längsansicht von der Rücken- und Bauchseite (Fig. 2) und ebenso die Gruppirung der Zellen am vertikalen Längsschnitte (Fig. 3) stimmt durchaus mit der bei

[1]) Man vergleiche die diesbezüglichen Bemerkungen und Zeichnungen über Petalophyllum.

Pellia (calycina) überein, und es ist somit wohl nicht zweifelhaft, dass das Scheitelwachsthum ganz in gleicher Weise erfolgte. (Vergl. Pellia pg. 55.)

Auch in Bezug auf die Art der Endverzweigung dürfte *Mörkia* der Gattung *Pellia* folgen. Es gelang mir zwar nicht, die Zweiganlage in ihren ersten Stadien direct zu beobachten, wohl aber glaube ich einige Objecte gesehen zu haben, welche den Sprossscheitel in Auszweigung begriffen zeigten. So deute ich das in Fig. 5 dargestellte Präparat: die Scheitelfläche ist viel breiter als bei anderen Sprossen, und die Zellen der zwischen den Laubrändern verlaufenden Querreihe zeigen durchaus die gleiche Breite.

Auch an der Ventralseite und seitlich der Mittelrippe entspringen Sprosse. Sie sind in der Regel sehr schmächtig und fast nur auf die Mittelrippe reducirt. Es kommt aber auch vor, dass sie sich plötzlich verbreitern und wieder fast stielrund werden. Gerade an solchen Sprossen sieht man es vollkommen deutlich, dass diese stielrunden Fortsetzungen durch Auswachsen derselben Sprossaxe und nicht etwa durch Seitentriebe (etwa als sympodiale Fortsetzungen) gebildet werden.

Nebst den schon oben erwähnten Rhizoiden findet man an der Ventralseite der Mittelrippe und zwar seitlich an derselben stehend, dreizellige Haare mit keulig angeschwollener Endzelle. Sie werden, wie die entsprechenden Gebilde bei anderen Gattungen im Axenscheitel angelegt, der von ihnen dicht bedeckt ist. Durch das starke Breitenwachsthum der Mittelrippe rücken sie später aus der Mediane und erscheinen an den beiden Seitenrändern derselben.

Beide Arten der Gattung *Mörkia* sind diöcisch. In Bezug auf die männlichen Pflanzen gibt *Nees v. Es.*[1]) an, dass bei *M. norvegica* (Diplolaena Blyttii) die die Antheridien deckenden Schuppen (»Hüllblättchen«) auf der Mittelrippe des Laubes oft dicht gedrängt (30—50), oder entfernt von einander stehen, während bei *M. hibernica* dieselben in zwei Reihen seitlich an der Mittelrippe gestellt erscheinen, womit auch *Hooker*[2]) übereinstimmt, der auf Taf. LXXVIII Fig. 2, 3, 4 auch eine Abbildung gibt, und sagt, dass die Schüppchen schief gerichtet und abwechselnd nach rechts und links sich erstreckend beinahe über die ganze Länge der Pflanze vertheilt sind.

Ich erhielt zahlreiche Pflanzen von *M. norvegica* durch die Güte des Herrn Dr. Sauter aus Salzburg, und untersuchte *M. hibernica* nach den in Nr. 295, 334 und 335 der Hep. europ. von *Gottsche* und *Rabenhorst* mitgetheilten Rasen; und fand für beide Arten die Verhältnisse im Wesentlichen gleich, und der Beschreibung *Nees's* für *M. norvegica* am meisten entsprechend. Immer fand ich die männlichen Pflänzchen mit krausen oft äusserst regelmässig gefalteten Laubrändern (Fig. 6), wie ich schon oben bemerkte, eine Folge des geringeren Längenwachsthumes der Mittelrippe gegenüber dem Rande der Laubfläche. Die Antheridien fanden sich ungemein zahlreich, auf weite Strecken die ganze Breite der Mittel-

[1]) Nat. d. europ. Leberm. Bd. III.
[2]) British Jungermanniae.

rippe bedeckend und von ebenso dicht gedrängten dachziegelförmig übereinander liegenden Schuppen gedeckt. Die Antheridien stehen theils einzeln, theils zu zwei und drei unter einer Schuppe. Häufig findet man neben ihnen zwei und mehrzellige Haare mit keulenförmiger Endzelle. Entfernter stehende Antheridien zeigen einzelne isolirt stehende Schüppchen, wo aber die Antheridien gedrängt stehen, da sind die deckenden Schuppen häufig am Grunde oder selbst höher hinauf mit einander verwachsen und bilden so (M. hibernica) gewissermassen ein Maschenwerk, in dessen einzelnen Kammern die Antheridien sitzen. Die Schuppen sind in ihrer oberen Hälfte aus einer Zellschicht bestehend, in Fransen und Zähne ausgezogen, öfters wohl auch mit Seitenanhängen versehen, werden aber am Grunde häufig zweischichtig. Auch hier sind diese Schuppen nur als Wucherungen des Thallus zu betrachten, und es führt diese Bildung ganz allmälig durch *Aneura* und *Pseudoneura* hinüber zu der vollen Versenkung der Antheridien in das Gewebe des Thallus selbst, wie wir es bei *Pellia* und *Blasia* finden.

Die von *Hooker* dargestellte Form der männlichen Sprosse und die an ihnen sich zeigende Stellung der Antheridien und Ausbildung der Schuppen habe ich nie auffinden können. Der Form nach gleichen sie ganz den auch von mir (aber steril) beobachteten ventral entstehenden Sprossen, bei welchen in Folge der gleichmässigen starken Streckung der Mittelrippe und der Laubränder eine Faltung der letzteren nicht eintritt. Es ist aber leicht einzusehen, dass wenn solche Sprosse Antheridien produciren, auch diese, wenn sie auch in dem Scheitel dicht neben einander angelegt werden, bei später eintretender Streckung von einander rücken müssen, und dann nebst ihren Deckschuppen immerhin Stellungen zeigen können, die der *Hooker*'schen Abbildung entsprechen.

Die Antheridien sind ziemlich gross (bis 0,27 Mm. Durchm.) und sitzen auf einem kurzen dicken Stiele, der im Querschnitte deutlich die quadrantische Anordnung seiner Zellen zeigt. In Bezug auf ihren Aufbau zeigen sie in so ferne von dem bei den foliosen Jungermannieen allgemein herrschenden Typus eine Verschiedenheit, als die kugelige Endzelle durch sich kreuzende Wände in vier gleiche Zellen zerfällt, aus deren jeder durch eine der Oberfläche parallele Wand eine Innenzelle gebildet wird, so dass also die Weiterentwicklung von vier unter sich gleichwerthigen Innenzellen (nicht von zwei) ausgeht. Ich habe aber seinerzeit [1]) bemerkt, dass diese Art der Entwicklung auch bei jenen als Ausnahmsfall beobachtet wird, und dass diese beiden Bildungsweisen im Grunde genommen nicht so sehr verschieden sind, als es auf den ersten Blick den Anschein hat (Fig. 10).

Die Archegonien stehen in Gruppen genau auf der Mittelrippe des Sprosses untermischt mit (meist) dreizelligen Haaren mit keuliger Endzelle und umschlossen von ihren Hüllen. Solche Archegonienstände findet man mehrere hinter einander an demselben Sprosse und sie lassen nach den Stadien ihrer Entwicklung deutlich die akropetale Ent-

[1]) Heft II, pg. 42.

stehungsfolge erkennen. Die Archegonien entstehen dicht hinter dem Sprossscheitel und zeigen sich zuerst als frei auf der Thallusoberfläche sitzende kugelige Papillen. Hinter diesen bilden sich nun bald darauf durch Auswachsen von Querreihen von Oberflächenzellen einzelne isolirt stehende Schuppen (Fig. 4). Später treten solche auch scheitelwärts der sich rasch weiter entwickelnden Geschlechtsorgane auf, deren Zahl durch längere Zeit noch fortwährend zunimmt, so dass man, wie auch schon *Gottsche* bemerkte, selbst neben schon befruchteten Archegonien noch solche in den ersten Anlagestadien vorfindet.

Diese anfangs isolirten und im Kreise um die Archegonien gestellten Schüppchen, die öfters nur äusserst schmale (selbst nur aus zwei Zellreihen gebildete) Lappen darstellen, öfters aber eine ziemliche Breite erreichen und am Grunde verwachsen erscheinen, bilden das Involucrum der Autoren. Innerhalb dieser erhebt sich bald darauf das »Perianthium«. Seine Entwicklung ist entsprechend der, wie ich sie bei *Blyttia* beschrieben habe, und auch hier ist seine Anlage und sein anfängliches Weiterwachsen unabhängig von der Befruchtung, welche aber zur Erreichung seiner vollen Ausbildung allerdings nothwendig ist.

Von den zahlreichen (bis 20) Archegonien einer Gruppe werden in der Regel mehrere befruchtet, doch verkümmern die Embryonen in ziemlich frühen Entwicklungsstadien mit Ausnahme eines einzigen.

Die Kapsel der Mörkien stimmt in Bezug auf Grösse, Textur der Kapselwand im Allgemeinen mit der der Blyttien überein. Auch hier fehlt der äussersten Wandschichte eine unterbrochene Verdickung, wohl aber finden wir hier die Wand mehrschichtig (ich zählte bei M. hibernica 5, *Gottsche* bis 6 Schichten).

In Bezug auf das Aufspringen der Kapsel gibt *Gottsche* für *M. hibernica* an [1]), dass dies durch zwei sich allerdings im Alter nochmals spaltenden Klappen geschehe, welche am Gipfel gewöhnlich vereinigt bleiben dürften. *Hooker* (l. c.) sagt, dass bei dieser Pflanze sich die Kapsel in 4, hie und da in 3 Klappen spalte, die aber öfters an der Spitze zusammenhängen. Ich fand bei *M. norvegica* vierklappig aufgesprungene Kapseln. Die Sporen sind etwas grösser als bei *Blyttia,* die Elateren aber im Allgemeinen bedeutend kürzer. Die Sporengruppen und Elateren verlaufen parallel der Längsaxe, und zwar zeigen Längsschnitte durch halbreife Kapseln eine regelmässige Abwechslung von Elaterenzügen und Sporenreihen.

Die Entwicklung der Fruchtanlage geht durchaus in normaler Weise vor sich. Aus den in den Fig. 11—14 dargestellten Stadien lässt sich so ziemlich ein Bild des ganzen Entwicklungsverlaufes zusammenstellen. Schon in Fig. 12 sehen wir Stiel und Kapsel (in dieser auch die Wand) differenzirt. Es mag noch hervorgehoben werden, dass die Basilarzelle (wie bei *Monoclea, Frullania* etc.) sich mehrmals theilt, und die so gebildeten Zellen

[1]) *Gottsche* und *Rabenhorst:* Hep. eur. Nr. 334.

papillös auswachsen, und ferner, dass sich am Fusse (wie bei *Pellia*) ein schwaches Involucellum ausbildet.

Der Archegonienbauch entwickelt sich zu einer fast durchaus einschichtig bleibenden Kalyptra, an derem Grunde (M. hibernica) die abgestorbenen Archegonien sitzen. Einmal fand ich die letzteren sogar mit dem »Perianthium« verwachsen und an diesem hinauf gerückt, ein deutlicher Beweis des an seinem Grunde sich vollziehenden Längenwachsthums.

9. Umbraculum. Taf. VII.

Hooker: Musci exotici. Vol. I, Tab. XIII. *Labillardière:* Nov-Holl. plant. specimen. Vol. II, pg. 109, Tab. 254. *Gottsche:* Bot. Zeit. 1861 Nr. 1; Idem: Ann. des sc. nat. 1864, pg. 180.

Die von *Gottsche* in dieses Genus zusammengefassten Pflanzen unterscheiden sich von den Symphyogynen, denen sie früher waren beigezählt worden, durch den ventralen Ursprung der Frucht und weiters dadurch, dass, während bei jenen die eigentliche Frucht (Kalyptra und Sporogon) nur von einer Schuppe (ähnlich wie bei Pellia) bedeckt wird, sie bei *Umbraculum* von einem »Perianthium« und einer zweilappigen letzterem beiderseits anliegenden Schuppe eingeschlossen erscheint.

Gottsche (Ann. des sc. nat. pg. 181) rechnet hieher: *U. flabellatum, Mülleri* und *leptopodum;* ich möchte hieher auch noch die *Symphyogyna Hymenophyllum* rechnen, da einmal der Habitus durchaus mit dem von *Umbraculum* übereinstimmt, und da weiters von *Hooker*[1]) die Frucht ganz in gleicher Weise mit der doppelten Umhüllung abgebildet und beschrieben wird. Nahe verwandt mit *Umbraculum* ist auch die *Blyttia Phyllanthus* der Synopsis, welche von *Mitten*[2]) wegen des ventralen Ursprunges der Frucht als selbstständige Gattung *Podomitrium* aufgestellt wurde. *Mitten* gibt ferner an, dass auch hier ein Involucrum nebst einem wahren (»true«) Perianthium vorhanden sei; auch beschreibt er die Antheridienstände ganz so, wie ich es bei *Umbraculum flabellatum* G. finde. Ferner zeigt die Abbildung *Hooker's* (Musc. exot. Vol. I. Tab. 95) ganz dieselbe Fruchtbildung, wie er sie für *Umbr. flabellatum* und *Hymenophyllum* zeichnet.

Ich erhielt durch die grosse Güte des Herrn *John Buchanan* in Neu-Seeland eine grosse Zahl in Alkohol conservirter Exemplare eines Umbraculum, das ich vorläufig als *Umbraculum flabellatum*[3]) bezeichnen will. Die meisten derselben waren steril, ein kleiner

---

[1]) Musc. exot. Vol. I, Tab. XIV. Bei dieser Art, wie bei Jung. flabellata sagt die Beschreibung: »fructu in dichotomiarum axillis, calyce duplice . . .«; und die Abbildung lässt hier, so wie bei J. flabellata ungewiss, ob die Frucht an der Dorsal- oder an der Ventralseite entspringt.

[2]) in Flora. Nov. Zeel. T. II, pg. 164.

[3]) Ich bin mir über die Richtigkeit der Bestimmung nicht vollkommen im Klaren. *Labillardière* beschreibt die äussere Hülle (das involucrum) folgendermassen: » . . . . ore bilabiato, labio exteriori suborbiculato, dilatato subreflexo, multo longiori, labio altero *itidem integro.*« Auch seine Abbildung zeigt beide Involucrallappen ganzrandig, den kleineren etwas zurückgekrümmt und stumpf lanzettförmig. *Hooker* erwähnt diese Verhältnisse in der Beschreibung gar nicht. *Gottsche* (Ann. des sc. nat.) dagegen beschreibt den kleineren Involucrallappen, d. i. seine squama dorsalis (superior) als lappig-gezähnt (»laciniatodentata«). Meine Pflanze

Theil aber zeigte halbreife Früchte, und auch männliche Pflanzen waren nicht selten. Sie boten das Material zu nachfolgenden Beobachtungen:

Die Pflanze besteht aus einem horizontal am Substrate kriechenden Stengel, der rund oder etwas flachgedrückt und fast ringsum, vorzüglich aber an der Unterseite, mit rothbraunen Rhizoiden dicht besetzt ist. Seitlich und etwas an der Unterseite entspringen nun an demselben über das Substrat sich erhebende Sprosse: unmittelbar an ihrer Ursprungsstelle sind sie fast rund, verflachen sich dann sehr allmälig bis auf eine durchschnittliche Höhe von 2 Cm., in welcher die Auszweigung beginnt. Diese ist eine (meist) vielfache, sich rasch wiederholende Gabelung, so dass das ganze Verzweigungssystem fächerförmig erscheint (Fig. 13). Unmittelbar an der Auszweigungsstelle, in selteneren Fällen erst in einiger Entfernung über derselben, nimmt auch die Breite der Frons rasch zu und erhält sich dann in gleicher Mächtigkeit bis an die Spitze der Lacinien letzter Ordnung, wo meist wieder eine geringe Verschmälerung Platz greift. Der Vorderrand der Lacinie ist nun wieder quer abgestutzt und schwach ausgerandet. Diese ganze fächerförmig zertheilte Frons liegt nicht genau in der Verlängerung des sie tragenden Stieles, sondern ist gegen diesen mehr weniger stark geneigt, so dass man also schon nach der Lage derselben eine Dorsal- und Ventralseite (Licht- und Schattenseite ?) unterscheiden kann. Am Grunde des stielartigen unteren Theiles entspringen häufig Seitensprosse, die entweder in ihrer Form durchaus den Muttersprоss wiederholen und sogleich aufstreben, oder aber dem Substrate angeschmiegt weiterwachsen und als rhizomartige Ausläufer in der Form des Hauptsprosses erscheinen. Es können aber auch diese rhizomartigen Seitensprosse, indem ihre Enden sich über das Substrat erheben, jene fächerartig verzweigte Frons ausbilden, wie endlich auch der Hauptspross selbst zu dieser Umbildung befähigt ist.

Alle diese Thatsachen zeigen uns, dass diese beiden scheinbar so verschiedenen Sprossformen denn doch nicht specifisch von einander verschieden sind, und nicht im Verhältnisse zweier aufeinander folgenden Sprossgenerationen stehen, sondern, dass sie an derselben Sprossaxe sich ausbilden können, in ähnlicher Weise etwa, wie bei *Lepidozia* die durch Endverzweigung entstandenen Sprosse das eine Mal in der Form normal beblätterter Stämmchen erscheinen, das andere Mal als Flagellenäste sich ausbilden, aber an ihrer Spitze wieder zur normalen Blattbildung zurückkehren können.

Alle Sprosse sind von einem Bündel langgestreckter (bis 420 Mik. langer) an beiden Enden scharf zugespitzter Zellen durchzogen, deren Wände ziemlich verdickt und mit dichtgestellten spaltenförmigen Poren besetzt sind. Es sind die letzteren in der Richtung einer ziemlich steil verlaufenden Spirale gestellt, wodurch man bei nicht zu starken Vergrösserungen den Eindruck erhält, als wären die Wände spiralig gestreift. Der Bau dieses axilen

stimmt in dieser Beziehung mit der Beschreibung *Gottsche's* überein. Die Einschnitte reichen bis an den Grund der Schuppe und es sind dieselben so auffallend, dass sie von *Labillardière* unmöglich hätten übersehen werden können. Sollte Labillardière nicht eine andere Art vor sich gehabt haben?

Stranges ist also ganz derselbe, wie bei *Blyttia* und *Symphyogyna*. In den kriechenden rhizomartigen Sprossen verläuft derselbe durchaus unverzweigt, und ich will gleich im Vorhinein erwähnen, dass er mit dem Nerven der aus jenen entspringenden oberirdischen und fächerartig verzweigten Seitensprossen nicht in Verbindung steht. In den letzteren verläuft derselbe an ihrer Insertion beginnend (vergl. später) anfangs ebenfalls einfach, spaltet sich aber oft schon weit unter der ersten Gabelung, und es wiederholt sich diese Erscheinung bei jeder neuen Auszweigung, so dass die Nervenzweige letzter Ordnung in den Lacinien unmittelbar unter deren Scheitelpunkt enden.

Während also die Nerven der gabeligen Auszweigungen mit einander in unmittelbarer Berührung stehen, haben, wie schon erwähnt, die Nerven der am monopodial fortwachsenden (relativen) Hauptsprosse entstehenden Seitentriebe, die sich in die fächerförmig verzweigte Lamina fortsetzen, an den Nerven jenes kleinen Anschluss. In der Regel beginnt der Nerv des Seitensprosses etwas über der Ursprungstelle des letzteren und erscheint an seiner Basis etwas angeschwollen, was weniger in der Vermehrung der Zahl der Zellen als vielmehr darin seinen Grund hat, dass dieselben garbenförmig auseinander treten. Die das Nervenende zusammensetzenden Zellen sind viel kürzer und dabei weiter, als im weiteren Verlaufe des Nerven, und zeigen theils dieselbe Verdickung, wie ich sie schon oben besprochen habe, theils erscheint diese in Form eines enge gewundenen sehr zarten Spiralbandes, sodass die Zellen als Spiralfaserzellen bezeichnet werden können. Letztere Ausbildung zeigen namentlich häufig jene Zellen, die, als die letzten Endigungen des Nerven, sich einzeln da und dort zwischen die Zellen des Grundgewebes einkeilen.

Aber nicht immer endigt der Nerv des Seitensprosses in der Höhe der Insertion des Letzteren. Wir finden öfters, dass er sich bis in den Tragspross hinein fortsetzt, sich dort in einen kurzen auf- und einen absteigenden Schenkel spaltet, welche dem Nerven des Tragsprosses parallel verlaufen, mit demselben aber nie in Verbindung treten, sondern beiderseits blind endigen. Auch die Zellen dieser Schenkel sind viel weiter und kürzer als die normaler Nerven und es geht ihre Form beiderseits ganz allmälig in die Form der umliegenden Zellen des Grundgewebes über. Die oben erwähnte spiralige Verdickung ist namentlich an den Zellen dieser Nervenendigungen in ausgezeichneter Weise sichtbar.

Ich habe schon oben erwähnt, dass die oberirdischen Sprosse mit fächerartig zertheilter Frons in ihren tieferen (stielartigen) Theilen ebenfalls Sprosse produciren, welche durch den ihnen mangelnden Nervenanschluss, wie durch die Art ihrer Insertion am Tragsprosse mit jenen übereinstimmen. Ich will weiters im vorhinein bemerken, dass solche Sprosse aber auch an höheren Theilen und selbst noch in der Region der gabeligen Auszweigung und wie wohl sehr selten auch an den Gabelästen letzter Ordnung gefunden werden.

Viel häufiger aber als diese entwickelten Seitensprosse findet man ebenfalls an der Ventralseite der oberirdischen Sprosse rechts und links an ihrer Mittelrippe, Sprossanlagen, die in Form stumpfer Höcker in gleicher Weise, wie bei *Symphyogyna* erscheinen. Sie

sind am häufigsten im unteren stielartigen Sprosstheile, wo sie, da derselbe fast nur aus der Mittelrippe besteht, an dessen Seitenrand gerückt erscheinen. Seltener erscheinen sie in der Region der fächerartigen Auszweigung, doch sind sie auch hier, bald da bald dort, immer aufzufinden. Namentlich findet sich eine solche Anlage regelmässig an der Auszweigung erster Ordnung und zwar im Winkel, den die beiden Nervenäste mit einander einschliessen. Ich werde noch später auf diese Verhältnisse zu sprechen kommen, und will hier nur vorübergehend erwähnen, dass die Lage der Seitensprosse und ihrer Anlagen an sterilen Pflänzchen ganz genau der Stellung und Vertheilung der Archegonien- und Antheridienstände an fertilen Pflänzchen entspricht, dass aber auch an den letzteren da und dort an Stelle der Geschlechtsstände ein steriler Seitenspross entwickelt wird.

Wenn man an ausgewachsenen Sprossen die Lacinien letzter Ordnung in Bezug auf ihren Scheitel, der in der Einbuchtung des Vorderrandes gelegen ist, genauer untersucht, so erscheinen die Zellen an dieser Stelle fast immer zusammengedrückt, häufig mit gebräunten Wänden und selbst theilweise zerrissen; in jedem Falle aber fehlt dem Gewebe der Meristemcharakter und es wird einem sofort klar, dass das Spitzenwachsthum dieser Sprosse schon aufgehört hat. Der die Mittelrippe der Lacinien durchziehende Nerv hört an solchen Sprossen ziemlich weit unter der Spitze auf, und es zeigen sich seine Zellen auch in Bezug auf ihre Verdickung vollkommen entwickelt.

Untersuchen wir aber Sprosse, an denen die gabelige Auszweigung noch nicht so weit vorgeschritten ist, wo also erst Lacinien erster oder zweiter Ordnung sich gebildet haben, so erkennt man ganz deutlich, dass das Spitzenwachsthum durchaus in gleicher Weise, wie bei *Metzgeria* erfolgt, dass also eine zweischneidige Scheitelzelle vorhanden ist, aus der abwechselnd nach rechts und links Segmente abgeschnitten werden. Auch gelingt es, Sprossenden aufzufinden, an denen das Wachsthum mittelst zweischneidiger Scheitelzelle eben aufgehört hat: Der regelmässige Theilungsvorgang findet nämlich dadurch seinen Abschluss, dass in der Scheitelzelle eine Querwand auftritt (Taf. VII, Fig. 3a, 3b Wdα)[1]), worauf dann in dieser und den benachbarten Zellen noch weitere Theilungen, aber ohne bestimmte Regelmässigkeit folgen. Diese nach Aufhören des regelmässigen Spitzenwachsthumes eintretenden Theilungen und die darauffolgende Zellstreckung haben zur Folge, dass die Fläche der Frons immerhin noch eine Verlängerung erfährt, an welcher aber der Nerv, dessen Weiterbildung mit dem Aufhören des Spitzenwachsthumes eingestellt wird, keinen Antheil nimmt, wodurch eben die oben erwähnte Erscheinung zu Stande kommt, dass derselbe an ausgewachsenen Lacinien so weit hinter dem Scheitelrande im Gewebe endet.

Der Rand der Lacinien ist von Stelle zu Stelle mit zweizelligen Keulenhaaren besetzt, und in gleicher Weise stehen diese auch an der Mittelrippe, und zwar ebensowohl an der

[1]) In ganz gleicher Weise wird auch an den Keimpflänzchen von *Preissia* und *Marchantia* und ebenso an manchen Farrnprothallien der Uebergang der zweiseitigen Segmentirung in einen andern Theilungsmodus eingeleitet.

Dorsal- als an der Ventralseite, aber immer an der ersteren spärlicher als an der letzteren.

Was zuerst die Stellung der randständigen Keulenhaare betrifft, so scheinen sie allerdings manchmal in einer abwechselnd nach rechts und links umspringenden Zickzacklinie aufeinander zu folgen (Fig. 3) und damit die genetische Aufeinanderfolge der Segmente zu wiederholen. In anderen Fällen aber lässt sich eine solche regelmässige Stellung nicht herausfinden und da weiters die Segmentgrenzen schon zunächst der Scheitelzelle nur mehr schwer erkennbar sind, so muss ich es ungewiss lassen, ob in der That jedes Segment nur ein randständiges Keulenhaar producirt, oder ob in dieser Beziehung eine Gesetzmässigkeit nicht vorhanden ist.

Die an der Dorsalseite der Mittelrippe spärlich auftretenden Keulenhaare, die aber an manchen Sprossen ganz fehlen, lassen eine regelmässige Stellung nicht erkennen; wohl aber ist dies — wenigstens sehr häufig — der Fall bei den an der Ventralseite der Mittelrippe stehenden. Namentlich unmittelbar hinter dem Scheitel zeigen sie regelmässig alternirende zweizeilige Stellung, die sich öfters auch bis ziemlich weit grundwärts verfolgen lässt (Fig. 3). Ganz so, wie bei *Metzgeria*, rücken dieselben in dem Masse, als sie sich vom Scheitel entfernen, auch in longitudinaler und transversaler Richtung auseinander, bleiben dabei aber immer an der Mittelrippe, wenn auch ganz an ihrem Seitenrande, inserirt.

Wenn wir nun bedenken, dass das Längenwachsthum der Lacinien von Umbraculum durchaus mit dem der *Metzgeria* übereinstimmt, und weiters, dass auch die Stellung der Keulenhaare an der Ventralseite der Frons bei beiden Gattungen dieselbe ist, so ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass letztere auch bezüglich des morphologischen Ortes der Anlage dieser Haare übereinstimmen, wenn es mir auch wegen Mangel an geeignetem Materiale nicht gelang, diese Vermuthung durch directe Beobachtung zu bestätigen.

Die geeignetsten Objecte zum Studium des Spitzenwachsthumes sind die kurzen noch unverzweigten ventral entspringenden Seitensprosse. Man findet sie ebenso an den kriechenden rhizomartigen Theilen, als auch an der Basis aufstrebender Sprosse, und ich habe schon oben erwähnt, dass sie an den letzteren bis in die Region der Auszweigung und auch in dieser selbst gefunden werden. Obwohl sie in Bezug auf den Grad ihrer Ausbildung im Allgemeinen eine akropetale Entstehungs- (und Entwicklungs-) folge verrathen, so findet man doch öfters diesbezügliche Unregelmässigkeiten, was, wie wir später sehen werden, daher rührt, dass die wohl immer in akropetaler Folge angelegten Seitensprosse öfters längere Zeit in einem Ruhezustande verharren, um erst später sich weiter zu entwickeln, und daher hinter den sich ununterbrochen fortentwickelnden Anlagen zurückbleiben.

Wenn man durch solche Sprossanlagen, die etwa eben aus dem Stadium, wo sie als Höcker über die Sprossoberfläche hervorragen, herausgetreten sind und eine bemerkbare Länge erreicht haben, Längsschnitte und in der Richtung anfertigt, dass durch dieselben der noch in Verbindung stehende Tragspross im Querschnitte getroffen wird, so gelingt es

sehr leicht, Praeparate zu erhalten, welche die Art des Spitzenwachsthumes mit voller Deutlichkeit zur Anschauung bringen (Fig. 1). Der Scheitel ist dabei immer dicht mit Keulenhaaren bedeckt, welche zwar an dünneren Längsschnitten die Deutlichkeit des Bildes in keiner Weise stören, dafür aber eine deutliche Scheitelansicht durchaus verhindern, so dass es, um diese zu erhalten, nothwendig ist, dieselben durch einen die Scheitelfläche tangirenden Schnitt zu entfernen, worauf auch hier die zweiseitige Segmentirung mit voller Deutlichkeit hervortritt (Fig. 2, 8).

Diese Seitensprosse wachsen öfters bis zu einer Länge von 1 Cm. heran, ohne dass an ihnen äusserlich die Andeutung einer Gabelung sichtbar wird. Sie sind bis zu diesem Stadium scheinbar stielrund, doch zeigt die Form des Querschnittes, dass auch an ihnen schon eine Bilateralität und zwar dadurch ausgedrückt ist, dass die eine dem Muttersprosse zugekehrte und somit dorsale Seite fast eben, die ventrale dagegen sehr stark convex ist (Fig. 14). Es ist damit ein Anhaltspunkt gewonnen, um die Richtung zu bestimmen, in welcher die erste Gabelung erfolgen soll. Doch wollte es mir trotz aller aufgewendeten Mühe nicht gelingen, ein Stadium aufzufinden, welches mir Gewissheit verschafft hätte über die Art der diesbezüglichen Anlage. Wohl aber fand ich an einem Gabelzweige erster Ordnung mit flächenartig entwickelter Frons das in Fig. 4 dargestellte Stadium der Auszweigung. Es geht daraus unzweifelhaft hervor, dass die Gabelung bei *Umbraculum* ganz so wie bei *Metzgeria* angelegt wird; dass also der eine Gabelspross die unmittelbare Fortsetzung des Hauptsprosses ist, der andere dagegen aus einem Segmente hervorgeht, dass somit dieser Auszweigungsvorgang ebenfalls als falsche Dichotomie bezeichnet werden muss.

Die frühe Anlage des (Gabel-) Zweiges in den der Scheitelzelle zunächst liegenden Segmenten hat zur nothwendigen Folge, dass sein Mittelnerv mit dem des Muttersprosses in Verbindung tritt, und dass überhaupt das Gewebe des letzteren continuirlich in das des ersteren sich fortsetzt.

Dies ist nun, wie ich schon oben hervorhob, nicht der Fall bei den an der Ventralseite der Mittelrippe entspringenden Seitensprossen, die in dieser Beziehung mehr den Charakter von Adventivsprossen zeigen. Nun finden sich aber diese Sprosse und ihre Anlagen bis an den Scheitel der Tragsprosse hin, was namentlich an solchen, die noch keine Gabeltheilung zeigen, ohne Mühe zu verfolgen ist. Wohl findet man öfters in einer Region, wo schon entwickelte Seitensprosse beobachtet werden, mitten unter diesen auch Sprossanlagen, welche in Form von kaum bemerbaren Höckern oder wohl gar nur als eine ganz in der Oberfläche des Tragsprosses liegende Zellengruppe erscheinen, die durch die Kleinheit ihrer Zellen und deren concentrische Gruppirung sich von den nach der Längsaxe des Muttersprosses verlaufenden und diesen angehörigen Oberflächenzellen scharf abgrenzt.

Doch lässt die Gruppirung der Zellen und deren Anschluss und Verbindung mit den umliegenden Zellen des Muttersprosses ohne Schwierigkeit erkennen, dass wir es hier nicht

mit eben erst angelegten sondern mit ruhenden (oder selbst abgestorbenen) Sprossanlagen zu thun haben.[1])

An Seitensprossen, an denen die Anlage der ersten Gabelung eben erkennbar ist, bemerkt man fast ausnahmslos im Gabelungswinkel eine helle ziemlich scharf umschriebene und etwas hervorgewölbte Zellengruppe (Fig. 5, 6, 7). Es ist dies genau jene Stelle, wo am häufigsten Sprosse entspringen, und es ist nicht der geringste Zweifel, dass wir in diesen Zellgruppen Sprossanlagen vor uns haben.

Aehnliche Zellgruppen finden wir nun auch an Sprossen, wo noch keine Gabelung sichtbar ist, und wir können sie an denselben bis in deren Scheitel hinein verfolgen. Wenn man an solchen Sprossen die Scheitelfläche durch einen sie tangirenden Querschnitt von den sie deckenden Keulenhaaren befreit und dabei auch die dichte Schleimlage (hier wie überall ein Absonderungsproduct jener Haare) entfernt, so kann man von der Scheitelzelle an, successive nach der Ventralseite fortschreitend, das Entstehen dieser Zellengruppen verfolgen und somit auch die Sprosse auf ihr Anlagestadium zurückführen. In Fig. 8 ist ein derartiges Präparat dargestellt: Die grösste links gelegene Sprossanlage α, die schon höckerartig über die Oberfläche hervorragt, hat in der Gruppirung ihrer Zellen unverkennbare Aehnlichkeit mit der in Fig. 7^a dargestellten, die ihrer Lage nach, dem in Fig. 5 durch den Kreis α markirten Höcker entsprach. Man erkennt an ihr noch ganz gut ihre Anlage aus einer Zelle, was auch für das in Fig. 7^a dargestellte Stadium, aus der Betrachtung des Längsschnittes (Fig. 7^b) geschlossen werden muss. Auch ist es keinem Zweifel unterworfen, welche Wand (m—n) als die erste Theilungswand der Sprossmutterzelle angesehen werden muss.

Weiter gegen die Scheitelzelle hin und nach rechts liegend, zeigt sich nun ebenfalls eine grössere durch eine Längswand getheilte Zelle (α) und auch darüber kann, wie ich glaube, kein Zweifel sein, dass wir auch in ihr eine Sprossmutterzelle vor uns haben, um so mehr, als die in ihr sichtbare Theilungswand mit dem Verlauf der ersten Theilungswand in der älteren Sprossanlage in Bezug auf ihre Lage übereinstimmt, und hier ebenfalls schon eine wenn auch schwache Hervorragung über die Scheiteloberfläche zu bemerken ist. Ganz dasselbe gilt für die noch näher an der Scheitelzelle und wieder links von ihr gelegene Zelle α, welche ich also ebenfalls für eine Sprossanlage halte, und die überhaupt der jüngste Zustand einer solchen ist, den ich noch mit Sicherheit in dieser Weise deuten kann. Es ist übrigens auch gar nicht nöthig, noch jüngere Stadien aufzufinden, weil, wie ich glaube, auch dieses Stadium genügt, um die Sprossmutterzelle mit den Theilungen im Segmente in Beziehung zu bringen.

[1]) Man vergleiche auch das über denselben Gegenstand bei »*Blyttia*« und »*Symphyogyna*« Gesagte.

Das jüngste aus der Scheitelzelle abgeschnittene und von dieser rechts gelegene Segment zeigt drei Zellen, von denen die eine nach der Dorsalseite des Scheitels gelegene (r) als die Dorsalzelle des Segmentes, die nach der Rückseite gelegene (b) als seine Ventralzelle und die von beiden eingeschlossene (m) als die Medianzelle bezeichnet werden kann. Im nächst älteren links gelegenen Segmente ist die Ventralzelle noch ungetheilt, die Dorsalzelle in drei Zellen zerfallen, und die Medianzelle durch eine den Hauptwänden des Segmentes parallele Wand in zwei hinter einander liegende Zellen (a und b) zerlegt. (Vergl. in Fig. 1 das rechts von der Scheitelzelle gelegene Segment). Den Umriss und die Begrenzung der noch älteren Segmente vermag man nicht mehr zu bestimmen, doch zeigt die Zellgruppirung rechts und links der beiden eben besprochenen Segmente, namentlich rechts von der Scheitelzelle, dass in jeder der beiden aus der Medianzelle entstandenen (hintereinander liegenden) Zellen sich vollkommen der Theilungsvorgang der Segmentzelle wiederholte, jede derselben sich also wieder in eine dorsal und eine ventral gelegene und eine Medianzelle fächerte, welche dann selbst wieder in zwei hintereinander liegende Zellen zerfiel. Versuchen wir nun, von diesen Erkenntnissen ausgehend, die Enstehung der Zelle *α* (der jüngsten noch erkennbaren Sprossanlage) auf die Theilungen im Segmente zurückzuführen, so leuchtet sofort ein, dass sie aus der Medianzelle des Segmentes abstammt, und dass sie als eine Ventralzelle höherer Ordnung zu betrachten ist, welche aus der hinteren der Zelle b des zweitjüngsten Segmentes entsprechenden Hälfte abgeschnitten wurde [1]). (Das Verhältniss dieser Art der Zweigbildung zu den übrigen Auszweigungsformen ist im allgemeinen Theile pg. 17 besprochen.)

Sind nun diese Zellen resp. die aus ihnen sich entwickelnden Zellencomplexe unzweifelhaft als Sprossanlagen aufzufassen, so fällt es vor allem auf, dass an ihnen eine Scheitelzelle nicht zu erkennen ist, während wir doch aus Erfahrung wissen, dass bei allen Formen, deren Längenwachsthum mittelst einer Scheitelzelle erfolgt, die Zweiganlagen mit der sofortigen Constituirung der Scheitelzelle in die Erscheinung treten, und dass auch bei *Umbraculum* die aus diesen Anlagen sich entwickelnden Sprosshöcker, auch wenn sie noch klein sind, an ihrem Scheitel die zweischneidige Scheitelzelle vollkommen deutlich erkennen lassen. Es sind da zwei Möglichkeiten in Betracht zu ziehen: Es wäre erstens der Fall denkbar, dass die Scheitelzelle sich überhaupt erst später constituire, dass wir also die ersten Theilungen gewissermassen nur als vorbereitende Theilungen ansehen müssten, welche mit der eigentlichen Sprossanlage direct nichts zu thun haben. Es hat diese Mög-

[1]) Dass diese Zelle *α* nicht als die Ventralzelle erster Ordnung (erste Ventralzelle des Segments) betrachtet werden kann, geht einmal daraus hervor, dass bei dem Umstande, als zweifellos die Zellen a und b mit ihr demselben Segmente angehören (man vergleiche die Theilungen der jüngeren Segmente), sie auch an diese beiden anstossen müsste. Es kann diese Zelle aber auch nicht ein Theil (der basiskope) der ersten Ventralzelle sein, weil sie viel zu weit nach der Segmentmediane hin liegt, und nach dieser hin höher hinaufreicht, als die Ventralzelle des an dieser Seite der Scheitelzelle unmittelbar angrenzenden Segmentes.

lichkeit wenig Wahrscheinlichkeit für sich, da die bei den übrigen Sprossanlagen gewonnenen Erfahrungen so durchaus dagegen sprechen, und als anderseits denn doch eine gewisse Regelmässigkeit und Uebereinstimmung in der Zellengruppirung nicht zu verkennen ist. Namentlich fällt es auf, dass die ursprüngliche Zelle durch eine sie mehr weniger genau halbirende Wand getheilt erscheint, welche Wand auch später noch den entstandenen Zellencomplex in zwei Gruppen zerlegt. Ich habe schon bei »*Blyttia*« aufmerksam gemacht, dass auch dort die ventralen Sprossanlagen, die in ganz derselben Weise bis in den Scheitel des Tragsprosses hinein verfolgt werden können und die, wie kaum zu bezweifeln ist, in gleicher Weise, wie bei *Umbraculum* entstehen, häufig eine ganz ähnliche Zellengruppirung erkennen lassen (Taf. II Fig. 14), und habe die Vermuthung ausgesprochen, dass wir da vielleicht Sprossanlagen vor uns haben, an denen schon in ihrem ersten Anlagestadium eine Gabelung eingeleitet ist. Ich möchte hier dieselbe Vermuthung aussprechen, muss es aber späteren Forschungen überlassen, zu constatiren, ob diese Vermuthung richtig ist, und, wenn dies der Fall sein sollte, in welcher Weise überhaupt der gesetzmässige Theilungsvorgang stattfindet.

Die Geschlechtsstände stehen, wie bekannt und schon oben erwähnt, an der Ventralseite der aufrechten fächerförmig verzweigten Sprosse. Diese sind immer streng eingeschlechtlich und wahrscheinlich ist die Pflanze überhaupt streng diöcisch, da es mir wenigstens nicht gelang, männliche und weibliche Sprosse als Auszweigungen eines Individuums aufzufinden.

Die Antheridienstände finden sich immer sehr zahlreich. Sie beginnen am Sprosse meist schon unterhalb seiner ersten Gabelung, haben hier genau die Stellung, wie die oben besprochenen Sprosse und finden sich in gleicher Weise auch an den Gabelzweigen höherer Ordnungen. Nicht immer, aber sehr häufig, steht ein Antheridienstand auch im Gabelungswinkel, und namentlich in dem, den die Gabelzweige erster Ordnung bilden, fehlt ein solcher nur in den seltensten Fällen (Fig. 13).

Die einzelnen Stände stellen stumpfe Höcker dar, deren Oberfläche mit Schuppen bedeckt erscheint, die unter sich zu Kammern verbunden sind. In jeder solchen Kammer eingesenkt findet sich ein Antheridium, das auf einem sehr kurzen Stiele an ihrem Grunde inserirt erscheint (Fig. 12). Wenn wir von der Form des Standes absehen, so haben wir hier also ganz dieselbe Bildung, wie bei anderen Gattungen (*Mörkia, Blyttia* etc.), namentlich wie bei *Aneura*, bei welcher öfters selbst die halb kugelige Form des Antheridienstandes zu beobachten ist. Es ist unzweifelhaft, dass auch bei *Umbraculum* in gleicher Weise, wie bei allen übrigen Gattungen der frondosen Jungermannieen diese die Antheridien deckenden oder sie ringsum einhüllenden Schuppen nicht als Blattbildungen, sondern als Wucherungen der Laubsubstanz anzusehen sind, was allerdings nur dort vollkommen deutlich hervortritt, wo wie bei *Aneura, Pellia, Blasia, Androcryphia* etc. sich das Gewebe derselben rings um

das Antheridium erhebt, während dort, wo die Ueberwallung nur einseitig oder wenigstens nicht allseitig ist, dieselbe eher den Charakter einer blattartigen Bildung erhält.

Ich habe schon oben erwähnt, dass die Stellung und Vertheilung der Antheridienstände durchaus übereinstimmt mit der der Sprosse resp. Sprossanlagen, und ferner, dass man sehr häufig zwischen den Antheridienständen und genau an den ihren Insertionen entsprechenden Stellen in der That entwickelte Sprosse findet. Diese Thatsachen lassen es mir unzweifelhaft erscheinen, dass die Antheridienstände als verkürzte Seitensprosse zu betrachten sind. Ich war nicht in der Lage, diese Ansicht durch den Verfolg der Entwicklung derselben zu unterstützen, da es mir an meinen Objecten nicht gelang, Jugendstadien aufzufinden, aber ich werde später, bei Besprechung der Archegonienstände noch weitere Thatsachen beibringen, welche geeignet sind, diese ihnen zugesprochene morphologische Natur noch sicherer festzustellen.

Die Archegonienstände sind, wie es scheint, in ihrem Auftreten an die Gabelungsstellen beschränkt, an jene Stellen also, wo auch Antheridienstände auftreten, und welche auch für die Anlage vegetativer Sprosse besonders geeignet zu sein scheinen. Der Tragspross trägt immer schon an der Gabelungstelle erster Ordnung einen Archegonienstand; es wiederholen sich diese dann an den Gabelungsstellen der zweiten und öfters auch der dritten Ordnung, während, wie es scheint, dieselben an den Gabelungsstellen vierter Ordnung nicht mehr producirt werden. Auch hier findet man öfters an der Stelle eines Archegonienstandes einen entwickelten sterilen Spross, und namentlich solche Fälle waren es, welche mich zuerst auf die Vermuthung der morphologischen Gleichwerthigkeit der Geschlechtsstände und der ventral entstehenden Sprosse führten.

Der Archegonienstand stellt einen massigen stumpfen Gewebehöcker dar (Fig. 9), der dem Tragsprosse mit breiter Basis aufsitzend, schief nach vorne geneigt erscheint, und an seinem abgeflachten Scheitel, eingehüllt von den beiden Involucralschuppen, eine grössere Zahl von Archegonien trägt.

Die Zellen des Gewebehöckers sind ziemlich klein, isodiametrisch und gehen an der Basis ganz allmälig in die (langestreckte) Form der Zellen des Tragsprosses über.

Als sich bei mir die Ansicht festgestellt hatte, in den Geschlechtsständen metamorphosirte Seitensprosse zu erkennen, war ich bemüht, in dem die Geschlechtsorgane tragenden Gewebepolster, der also als der Axentheil des Geschlechtssprosses anzusehen war, irgend eine Differenzirung des Gewebes aufzufinden, welche als eine Andeutung jenes axilen Zellenstranges (des Mittelnerven) hätte bezeichnet werden können, der ja alle vegetativen Sprosse bis zu ihrer Insertionsstelle hin durchzieht. Für die Antheridienstände war dies weniger vorauszusetzen, da an ihnen der Axentheil in der That so rudimentär erscheint, dass die Insertion der Antheridien fast ganz in der Sprossoberfläche liegt, woraus wieder geschlossen werden konnte, dass die Anlage derselben in die frühesten Stadien der Sprossanlage fällt. Eher war dies bei den Archegonienständen zu erwarten, aber auch hier wollte

es mir nicht gelingen, in dem den Axentheil des Geschlechtssprosses darstellenden Gewebehöcker irgend eine diesbezügliche Andeutung aufzufinden. Wohl aber fand ich mehrere Male im Gewebe des Tragsprosses und nahe an dem Mittelnerven desselben und ihm parallel ein Paar Spiralfaserzellen, die ganz an jene Zellen erinnerten, die an der Basis des Mittelnerven vegetativer Seitensprosse gefunden werden. Nun habe ich schon oben erwähnt, dass der Mittelnerv des Seitensprosses sich öfters bis in das Gewebe des Tragsprosses fortsetzt, und dass er sich dann hier in zwei kurze nach auf- und abwärts verlaufende und dem Mittelnerv des Tragsprosses parallele Schenkel spaltet, welche vorzugsweise aus Spiralfaserzellen bestehen. Ich finde in den isolirt im Gewebe des Tragsprosses und unter der Insertion eines Archegonienstandes hie und da vorkommenden Spiralfasserzellen nun die jenen Nervenschenkeln entsprechende Bildung und meine, dass gerade das Vorhandensein derselben eine weitere Stütze meiner Annahme betreffs der morphologischen Natur der Geschlechtsstände abgibt.

Ist nun meine Ansicht — wie es kaum zu bezweifeln ist — richtig, so haben wir bei *Umbraculum* ganz dieselbe Bildung, wie bei vielen foliosen Jungermannieen (Trichomaniden, Jungermannia Arten), nur mit dem Unterschiede, dass der Geschlechtsast noch mehr verkürzt erscheint. Auch an *Metzgeria* erinnert diese Bildung, wo ja, wie ich gezeigt habe, das sogenannte Hüllblatt der Geschlechtsorgane in gleicher Weise einen Seitenspross darstellt, der jene an seiner Rückenseite trägt. Es lässt sich nun aber diese Bildung auch mit der der unstreitig nächstverwandten Gattung *Blyttia* vergleichen, von der ich ja schon erwähnte, dass die Geschlechtsorgane häufig an ventral entstehenden Seitensprossen gefunden werden. Wir dürfen uns nur vorstellen, dass der so entstandene Geschlechtsspross sich successive verkürzte [1]), und wir erhalten die Bildung, wie wir sie dermalen bei *Umbraculum* finden. (Man vergleiche darüber auch das im allgemeinen Theil pg. 19 Gesagte.)

Die beiden Involucralschuppen sind an Grösse und Form bedeutend verschieden. Die kleinere dem Tragsprosse anliegende und der Oberseite des Geschlechtssprösschens entsprechende ist tief gelappt: die Lappen sind lanzettförmig und tragen häufig an ihrer Spitze ein Keulenhaar. Sie ist bis zur Spitze mehrschichtig, doch nimmt die Zahl der Schichten vom Grunde an succesive ab. Die grössere (vom Tragsprosse abgekehrte) Schuppe ist ganzrandig: auch sie besteht vom Grunde an bis etwa zur Mitte aus mehreren Zellschichten, die obere Hälfte jedoch ist grossentheils einschichtig.

Die Archegonien stehen auf einem sehr schwach gewölbten Torus dicht gedrängt. Zwischen denselben und die ganze Archegoniengruppe umgebend stehen in grosser Zahl zweizellige Keulenhaare, von denen auch hier wieder jene grosse Menge Schleimes herrührt, welcher den ganzen Archegonienstand dicht einhüllt.

[1]) Solche Verkürzungen der Geschlechtssprosse als Folge davon, dass dieselben immer rascher zur Bildung der Geschlechtsorgane gelangten, sind unzweifelhaft bei den Muscineen öfters eingetreten, und ich habe schon im zweiten Hefte meiner »Untersuchungen« pg. 52 darauf aufmerksam gemacht.

Die Archegonienstände finden sich, wie schon erwähnt, an jedem weiblichen Tragsprosse in grösserer Zahl, doch nur in den wenigsten findet sich eine Fruchtanlage. Der Archegonienstand, in dem auch Fruchtbildung eintritt, ist in seiner Stellung durchaus nicht bestimmt. Oefters ist dies schon an dem an der ersten Gabelungsstelle stehenden der Fall, und alle übrigen oder doch wenigstens weitaus der grösste Theil derselben bleibt steril. Aber die Fruchtbildung kann auch erst an einem höher am Tragsprosse befindlichen Stande eintreten. Es ist dies eigentlich selbstverständlich und ich erwähnte es hier auch nur deshalb, um zu betonen, dass die Anlage einer Frucht in einem der zuerst gebildeten Archegonienstände die Weiterbildung des Tragsprosses durchaus nicht alterirt und dieser unbeschadet derselben seine definitive Ausbildung erreicht.

In einem Archegonienstande entwickelt sich, soweit wenigstens meine Untersuchungen reichen, immer nur eine einzige Frucht.

Von der grossen Menge, der mir zur Untersuchung vorliegenden mit Archegonienständen reich besetzten Sprosse, fand sich nur an den allerwenigsten eine Fruchtanlage, und an diesen war das Sporogon überall schon ziemlich weit entwickelt, so dass ich über die Embryoentwicklung nichts anzugeben weiss. Offenbar wurde die Pflanze in einer Jahreszeit gesammelt, in der die Anlage von Archegonienständen schon längst aufgehört hatte.

Denn jene mit keiner Fruchtanlage zeigten durchaus geöffnete und abgestorbene Archegonien, was ja auch damit übereinstimmt, dass, wie ich oben erwähnte, es mir auch nicht gelang, junge Antheridienstände aufzufinden.

In Figur 10 habe ich einen Längsschnitt durch ein weibliches Aestchen, der auch das halbentwickelte Sporogon traf, dargestellt. (Vergl. Fig. 9.) Zwischen die beiden Involucralschuppen hat sich ein neues Gebilde, das »Perianthium«, eingeschoben. Die Kalyptra, welche noch unversehrt das Sporogon umhüllt, trägt über ihre Oberfläche zerstreut die unbefruchteten Archegonien (Fig. 11). Das Sporogon zeigt schon deutlich den schwach entwickelten Fuss, den nach oben etwas an Dicke zunehmenden Stiel und die kugelige Kapsel. Die Kapselwand zeigt an ihrem Scheitel eine nabelartige Verdickung. Schleuderer und Sporen sind in der Längsaxe der Kapsel parallelen Reihen geordnet. Es stimmt in dieser Beziehung *Umbraculum* ganz mit *Symphyogyna* überein.

In Bezug auf das Aufspringen der Kapsel zeigt *Umbraculum* den Aneurentypus. Die Abbildung Hooker's (l. c.) wenigstens zeigt die an der Spitze der vier Klappen haftenden Schleuderbüschel.

Bei *Umbraculum* gelang es mir auch einmal, ein verzweigtes Sporogon aufzufinden: Innerhalb der noch ringsum geschlossenen Kalyptra war eine ganz normal ausgebildete Kapsel vorhanden, deren Ausbildung und Grösse genau dem Entwicklungsstadium entsprach, in dem die Kalyptra sich vorfand. Seitlich diesem Sporogone anliegend, fand sich nun noch ein zweites weit kleineres, sowohl in Bezug auf die Grösse der Kapsel, als auch hinsichtlich der Dicke der Seta, während der letzteren Länge kaum hinter der des grösseren

Sporogons zurückstand. Die Kapsel erschien, offenbar in Folge der rascheren Grössenzunahme des stärker entwickelten Sporogons, zusammengedrückt; doch waren Schleuderer wie Sporen deutlich erkennbar und zeigten genau das Entwicklungsstadium, wie die entsprechenden Gebilde des grösseren Sporogons. Die Kapselstiele waren vollkommen getrennt, sassen aber auf einem gemeinsamen Fussstück auf, das von der Auszweigungsstelle an, bis gegen seine Mitte hin, in der Anordnung der Zellen eine Art Naht erkennen liess, während der untere Theil durchaus einfach war und die normale Anordnung der Zellen zeigte. Ich habe die Bedeutung dieser Bildungen, ihr Entstehen und ihre phylogenetische Verwerthung schon an anderer Stelle[1]) besprochen, und habe auch im allgemeinen Theile (pg. 28) darauf Rücksicht genommen, und ich beschränke mich hier darauf, auf diese Abnormität aufmerksam gemacht zu haben.

10. Podomitrium. (Mitt.)

Hooker: Musc. exot. T. 95; *Mitten*: in Flor. Nov. Zel. II, pg. 164; *Gottsche:* in »Linnaea« Tom. 28, pg. 560 n. 36 als *Hypoblyttia.*

Pod. Phyllanthus gleicht im Habitus durchaus einer *Blyttia* und wurde auch in der Synopsis Hep. unter dieser Gattung aufgeführt. *Mitten* nun erkannte den ventralen Ursprung der Fructification und der Antheridienstände (»männl. Aehren«), und unterschied die Pflanze als eigene Gattung von *Blyttia,* mit welcher sie in den vegetativen Verhältnissen (Textur der Frons, Verzweigung, Ausbildung des Mittelnerven) durchaus übereinstimmt, und ihr auch durch das Vorhandensein eines »Perianthiums« und durch die Textur und Form desselben zunächst steht, welch' letzteres Merkmal sie wieder von *Symphyogyna* unterscheidet.

Podomitrium ist unzweifelhaft zunächst verwandt mit *Umbraculum.* Textur des Laubes, Stellung der Antheridien- und Archegonienstände sind durchaus gleich, doch ist bei letzterer Gattung die Ausbildung der äusseren Hülle (des Involucrums) eine wesentlich andere.

Die Sprosse von *Podomitrium* sind an ihrem Grunde fast stielrund, rhizomartig und ringsum mit Rhizoiden bedeckt. Sie stellen in dieser Form die auf die Mittelrippe reducirte Frons dar. Nach oben verbreitern sie sich nun durch beiderseitigen Ansatz einer grossentheils einschichtigen Laubfläche, welche entweder ganz allmälig an Breite zunimmt, oder ziemlich rasch schon in der definitiven Breite auftritt, wodurch der flächenartig entwickelte Fronstheil entweder ganz allmälig in den rhizomartigen übergeht oder von diesem ziemlich scharf abgegrenzt erscheint. Nach dem Scheitel hin verschmälert sich der flächenartig entwickelte Thallus in der Regel wieder ein wenig und zeigt dann am Vorderrande und in der Verlängerung der Mittelrippe eine ziemlich tiefe Einbuchtung, in welcher der Scheitel gelegen ist[2]). Dieser ist beiderseits umhüllt von zahlreichen zweizelligen Keulenhaaren, die auch am Seitenrande der Frons sich finden.

[1]) Ueber verzweigte Moossporogonien in: Mittheilungen d. nat. Ver. f. Steiermark 1876.

[2]) Es findet sich öfters, dass aus der Einbuchtung des Vorderrandes sich abermals ein anfangs stielartiger

Das Längenwachsthum erfolgt auch hier, wie bei *Blyttia* und *Umbraculum* durch eine zweischneidige Scheitelzelle, welche abwechselnd nach rechts und links Segmente abschneidet. Die weiteren Details des Spitzenwachsthumes konnte ich jedoch wegen Mangels an Material nicht feststellen.

Eine Endverzweigung habe ich nicht beobachtet, wiewohl sie öfters, wenn auch sehr selten, vorkommen dürfte. Dagegen ist die Zweigbildung aus der Ventralfläche nicht selten. Diese Sprosse entspringen auch hier seitlich an der Mittelrippe, von der sie unter ziemlich rechten Winkeln abgehen. Ihre Mittelnerven stehen, so wie die der in gleicher Weise angelegten Sprosse bei *Blyttia* und *Umbraculum,* mit dem Nerven des Muttersprosses nicht in Verbindung, wenn sie auch in der Regel sich bis in das Gewebe desselben verfolgen lassen. Es entspringen diese Sprosse ebenso aus den rhizomartigen tieferen Thallustheilen, als auch aus denen mit flächenartig entwickelter Frons, und es finden sich solche verschiedenen Alters scheinbar regellos durcheinander gemengt. Viele erscheinen erst in der Form eines stumpfen Gewebehöckers, deren Scheitel mit zweizelligen Keulenhaaren dicht bedeckt ist, und an deren Basis die Oberflächenzellen häufig zu Rhizoiden ausgewachsen erscheinen. Solche Sprossanlagen finden sich nun bis an den Scheitel des Tragsprosses und zeigen in dessen Nähe in Bezug auf den Grad ihrer Ausbildung ganz deutlich akropetale Enstehungsfolge, was wohl unzweifelhaft darauf hinweist, dass dieselben sämmtlich unmittelbar hinter dem Scheitel und in akropetaler Folge angelegt werden, dann aber sich nicht in derselben Reihenfolge entwickeln, sondern, dass ein Theil durch längere Zeit seine Weiterentwicklung einstellen kann (ein anderer Theil vielleicht schon nach der Anlage zu Grunde geht).

Wir haben hier also wohl ganz dieselben Verhältnisse, wie bei den beiden oben genannten nahe verwandten Gattungen und bei *Symphyogyna,* und es unterliegt, wie ich glaube, auch keinem Zweifel, dass auch die Anlage dieser Sprosse in den Segmenten in allen diesen Fällen dieselbe ist.

Die Geschlechtsstände entspringen, wie auch schon *Mitten* erkannte, an Stellen, die genau den Insertionsstellen der eben besprochenen Seitensprosse entsprechen.

Die Archegonienstände entspringen in der Regel in der Höhe am Sprosse, wo der rhizomartige Theil in die flächenartige Verbreiterung übergeht, was durchaus mit den Abbildungen *Hooker's* übereinstimmt. Doch finden sie sich öfters auch an tieferen durchaus rhizomartigen Thallustheilen, in welchem Falle ihr ventraler Ursprung allerdings schwerer zu constatiren ist.

Der an seinem abgeflachten Scheitel die Archegoniengruppe tragende Gewebehöcker sitzt dem Tragsprosse nicht so, wie bei *Umbraculum* mit breiter Basis auf, sondern erscheint

und erst allmälig zur fächerartigen Frons sich verbreiternder Thallustheil entwickelt. Es ist dies aber nicht etwa ein den früheren Spross fortsetzender Seitenspross (und somit kein Sympodium gebildet), sondern in der That die unmittelbare Fortsetzung der früheren Axe, und wahrscheinlich hat diese Bildung ihren Grund in einer zeitweisen Sistirung des Spitzenwachsthumes. Aehnliche Bildungen finden sich übrigens auch bei *Umbraculum, Symphyogyna* etc.

kurz gestielt. Aus diesem stielartigen Ansatze entspringen zahlreiche Rhizoiden, so dass er durchaus einen rhizomartig entwickelten Sprossstücke gleicht. Und dass er in der That als ein Seitenspross aufzufassen ist, dafür spricht wohl vor allem auch die Thatsache, dass an seinem Grunde und axil verlaufend die Anfänge jenes Bündels langgestreckter und verdickter Zellen (des Mittelnerven) zu erkennen sind, wie sie in ganz gleicher Weise auch bei vegetativen Seitensprossen beobachtet werden.

Die Archegonien sind umgeben von einer vielfach gelappten und gezackten Hülle (involucrum), die am Grunde ziemlich dick und mehrschichtig ist. An ihrer Aussenfläche springen ringsum breitere und schmälere Lamellen vor, die öfters mit einer Seite und manchmal ihrer ganzen Länge nach mit derselben verwachsen sind, und dann wie flügelartige Anhänge erscheinen. In anderen Fällen sind sie ihrer ganzen Länge nach frei, und stellen dann bandartige (öfters in eine Zellreihe auslaufende) Schüppchen dar, die da und dort am Grunde der Hülle entspringen [1]).

Die Antheridienstände zu untersuchen, hatte ich nicht Gelegenheit. Sie scheinen aber nach den Angaben von *Mitten* durchaus mit denen von *Umbraculum* übereinzustimmen, nur mit dem Unterschiede, dass auch sie, in gleicher Weise wie die Archegonienstände gestielt sind, d. h. dass auch bei ihnen das (männliche) Seitensprösschen einigermassen in die Länge entwickelt ist [2]).

Nach allem dem ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, dass die Geschlechtsstände von *Podomitrium* als verkürzte Seitensprosse aufgefasst werden müssen, bei denen aber die Verkümmerung doch nicht bis zu dem Grade wie bei *Umbraculum* fortgeschritten ist.

Fruchtanlagen und entwickelte Sporogone zu untersuchen, hatte ich nicht Gelegenheit. Nach Angabe der Autoren bildet sich innerhalb der Hülle bei der Fruchtbildung ein röhriges die Kalyptra weit überragendes »Perianthium«. An der Kalyptra finden sich weiters über ihre ganze Oberfläche zerstreut die abgestorbenen Archegonien *(Mitten)*. Nach den Abbildungen *Hooker's* ist die Kapsel langgestreckt und springt vierklappig auf, wobei die Klappen theils auseinanderweichen, theils (wie bei *Symphyogyna*) an der Spitze zusammenhängen.

Es sind dies lauter Verhältnisse, wie sie auch bei *Blyttia* (und theilweise auch bei *Umbraculum*) gefunden werden, und ich nehme keinen Anstand, diese drei Gattungen als sehr nahe verwandt zu bezeichnen.

[1]) *Mitten* (l. c.): »involucrum ventrale, brevissime pedicellatum, basi squamulis paucis cinctum«.

[2]) *Mitten* (l. c.) beschreibt die Antheridienstände folgendermassen: Antherae in spicis parvis pedicellatis congestae; und weiters: »Male spikes one line long, with numerous anthers imbedded in theer substance; they arise not from the central nervelike line, but towards the middle of the frond near to it, in the same manner that innovations have been observed to spring from the ventral side of *Steetzia pisicolor* etc.«

11. Fossombronia (pusilla). Taf. VIII.

Der Stengel dieses zierlichen Lebermooses ist kriechend, und an seiner Ventralseite mittelst langer violetter Rhizoiden, die jedoch immer erst in ziemlicher Entfernung von der Spitze sich bilden, am Substrate befestigt. Die violette Färbung erstreckt sich häufig auch auf die Ursprungszelle des Rhizoids. In selteneren Fällen sind mehrere der äusseren Zellschichten der Unterseite oder, was noch seltener ist, das ganze Stämmchen (jedoch immer nur in seinen älteren Theilen) röthlich gefärbt.

Die in zwei seitlichen Längsreihen stehenden unterschlächtigen Blätter sind schief zur Axe des Stämmchens inserirt; sie greifen mit ihrem vorderen bauchsichtigen Rande kaum merklich auf die Bauchseite des Stämmchens über, während ihre rückensichtigen (hinteren) Ränder fast bis gegen die Mitte der Stammrückenseite aneinander rücken.

Die Vegetationsspitze steht bei horizontaler Lage des Stämmchens in Folge einer sehr starken Krümmung seiner jüngsten Theile nahezu vertical, und ist von den beiderseits aneinanderschliessenden Blättern dicht umhüllt. Wenn man das Stämmchen daher in normaler Lage auf den Objectträger bringt, und die grösseren, die Vegetationsspitze umhüllenden Blätter auseinander legt, so kann man nach erfolgter Aufhellung des Objectes ohne weitere Präparation die Scheitelzelle und die jüngsten sie umgebenden Segmente zur Anschauung bringen. Nach der Rückenseite hin sieht man den Zusammenschluss der rechts und links die Scheitelzelle begrenzenden Segmente vollkommen deutlich (Fig. 2, 3, 4); nach der Bauchseite hin wird jedoch die Begrenzung der Scheitelzelle wegen der von dieser Seite aus über dieselbe herübergekrümmten Keulenhaare und ebenso wegen der starken Convexität der Scheitelfläche (Fig. 6) an dieser Stelle nur selten wahrgenommen. Dazu ist es nothwendig, dass man die Vegetationsspitze herauspräparirt, und durch geeignetes Drehen in die richtige Lage bringt. Die Combination solcher Ansichten überzeugt uns, dass die Scheitelzelle zweischneidig ist, dass also nur zwei nach rechts und links liegende Segmentreihen gebildet werden.

Die Lage der Scheitelzelle und ihre Segmentirung wiederholt also vollkommen den am deutlichsten bei *Metzgeria* und *Aneura* ausgesprochenen Wachsthumstypus.

Jedes Segment theilt sich bald nach seiner Anlage durch (2) Wände, die schief und wechselnd nach der Rücken- und Bauchseite geneigt sind, wächst also gewissermassen ebenfalls mit zweiseitig segmentirter Scheitelzelle, welche jedoch, in Bezug auf die Orientirung der Segmente, gegen die Stammscheitelzelle um 90° gedreht erscheint. Es ist dies also derselbe Wachsthumstypus des Segmentes, wie er auch bei *Aneura pinguis* beobachtet wird. (Man vergleiche pg. 41.)

Ich weiss nicht, ob es allgemein gültig ist; aber zu wiederholten Malen konnte ich constatiren, dass die erste schiefe Wand vom Segmente eine bauchständige, die zweite eine rückenständige Zelle abschneidet (Fig. 68). Das Segment ist auf diese Weise in drei Zellen zerfallen: Die bauchständige Zelle theilt sich durch eine ihrer freien Aussenfläche

parallele Wand in eine innere und eine äussere Zelle, welche letztere zu einem Keulenhaare auswächst, das später durch Quertheilung seiner Tragzelle und deren Auswachsen über die Segmentoberfläche emporgehoben wird und häufig in Folge weiterer in der Tragzelle eintretenden Flächentheilungen selbst an die Spitze eines blattartigen Läppchens zu stehen kommt (Fig. 8). Wo die letztere Bildung nicht eintritt, wo also aus der am ventralen Segmentrande stehenden Zelle nur eine (durch eine oder mehrere in einer Reihe geordnete Zellen gestützte) Keulenpapille producirt wird, da geschieht es öfters, dass dieses ganze Gebilde von dem Rande des (aus der mittleren Zelle des Segmentes hervorgehenden) Blattes abrückt und frei an der Stengeloberfläche steht. Kommt es aber zur Bildung eines blattartigen Läppchens, so steht dieses selbstverständlich am Blattrande und bildet gewissermassen nur ein flügelartiges Anhängsel desselben, manifestirt aber seine Selbstständigkeit von jenem dadurch, dass es an der Stengeloberfläche quer inserirt ist, und so seine Insertion mit der schief verlaufenden des eigentlichen Blattes einen nach dem Grunde des Stengels geöffneten Winkel bildet.

Die Anlage dieser Keulenpapillen am ventralen Segmentrande erinnert sehr an die Entstehung ähnlicher Bildungen bei *Metzgeria* und *Aneura*, und wenn auch bei ersterer Gattung und einigen Arten der letzteren die Abschneidung des ventralen Segmenttheiles als selbstständige Zelle in etwas anderer Weise vor sich geht, so ist es doch unzweifelhaft, dass die die Keulenpapillen producirenden Segmenttheile in allen diesen Fällen sich durchaus entsprechen. Wäre bei *Fossombronia* die Blattbildung im Segmente nur auf die Bildung dieser blattartigen von der Keulenpapille gekrönten Schüppchen reducirt, und würde der mediane Segmenttheil sich in der Weise wie bei *Metzgeria* und *Aneura* entwickeln, so würde uns die Pflanze in der Form eines bandartigen Thallus erscheinen, an dessen Ventralfläche alternirend zweizeilig gestellte Blättchen sichtbar wären.

Die rückenständige Zelle betheiligt sich an vegetativen Sprossen ausschliesslich an der Bildung des Stämmchens, und bildet keine Anhangsorgane desselben; an geschlechtlichen Pflänzchen aber gehen aus ihrer Nachkommenschaft die Archegonien und theilweise auch die Antheridien hervor. Auch in dieser Beziehung ist die Aehnlichkeit mit den zur Vergleichung herbeigezogenen blattlosen Gattungen unverkennbar.

Die mediane Zelle des Segmentes nun wächst, parallel den Hauptwänden desselben, zum Blatte aus. Sie zerfällt vorerst in zwei, später in mehrere nebeneinander liegende Zellen, die als ebensoviele Höcker über die Segmentoberfläche hervortreten. Die anfangs also in Form zweier Höcker sichtbar werdende Blattanlage (Fig. 6a) wird sehr bald mehrhöckerig, und es wird dadurch, dass ein Theil dieser Höcker durch kürzere oder längere Zeit selbstständiges Spitzenwachsthum zeigt, das künftige Blatt mehrzipfelig. Das Spitzenwachsthum dieser Höcker folgt durchaus keinem bestimmten Gesetze. Wohl kommt es öfters vor, dass die eine an der Spitze eines solchen Höckers gelegene Zelle sich durch längere Zeit nach dem Typus einer zweischneidigen Scheitelzelle theilt; in anderen Fällen

aber kommt eine solche regelmässige Theilung nicht vor und es findet also im allgemeinen ganz dieselbe Art des Blattwachsthumes statt, wie wir es auch an den mehrspitzigen Blättern vieler folioser Jungermannieen (*Mastigobryum, Lepidozia* etc.) beobachten.

Was aber diese Blattbildung durchaus von der der foliosen Jungermannieen unterscheidet, und sie mit der bei *Haplomitrium* und *Androcryphia* vorkommenden in Uebereinstimmung bringt, ist der Mangel der dort so scharf ausgesprochenen Halbirung der Blattanlage, welche in den extremsten Fällen zur ganz selbstständigen Ausbildung der beiden Blattlappen führt (*Frullania*), aber auch bei den rundblättrigen Jungermanniaarten an jungen Blättern und durch längere Zeit noch vollkommen deutlich erkennbar ist.

Die Spitzen des Blattrandes erscheinen meist von hyalinen kurzen Zellchen (öfters ganz von der Form der Keulenpapillen) gekrönt[1]), in ähnlicher Weise, wie wir es ja auch an den mehrspitzigen Blättern vieler folioser Jungermannieen (*Mastigobryum* z. B.) finden. Diese Zellchen finden sich aber nicht an den jüngsten Blattanlagen, sondern werden erst sichtbar, wenn diese nach längerem Wachsthume ihren Rand schon in mehrere Höcker vorgezogen haben. Da nun die Zahl der Blattzipfel nach den einzelnen Blättern wechselt, so ist auch die Zahl der Spitzenpapillen keine bestimmte und gerade diese Unbestimmtheit in Zahl, Anordnung und Vertheilung und ihr viel späteres Auftreten unterscheidet sie wesentlich von den in diesen Beziehungen so ausgezeichneten früher besprochenen Keulenpapillen am ventralen Segmentrande.

Fossombronia zeigt meiner Erfahrung nach nur eine Verzweigungsform, und zwar eine Endverzweigung, welche durchaus mit der bei *Metzgeria* und *Aneura* etc. vorkommenden übereinstimmt:

Das die Zweiganlage producirende Segment theilt sich vorerst so wie die sterilen Segmente in drei nebeneinander liegende Zellen. Anstatt, dass nun die mediane Zelle zum eigentlichen Blatte auswächst und sich zugleich durch Wände theilt, die auf den Hauptwänden des Segmentes senkrecht stehen (Fig. 2 im Segm. III und IV; Fig. 5 und 6), zerfällt dieselbe durch eine den Hauptwänden parallele Wand in zwei hintereinander liegende Zellen. In der vorderen dem Sprossscheitel näheren Zelle constituirt sich nun die Scheitelzelle des Seitensprosses genau in gleicher Weise wie bei *Metzgeria*[2]). Besser als jede Beschreibung werden auch hier Zeichnungen den Vorgang verständlich machen. In Fig. 4 ist im ältesten rechtsgelegenen Segmente eine Zweiganlage sichtbar. Man erkennt im Segmente noch deutlich die drei primären Zellen. Die am ventralen Rande stehende ist in ihrem Umrisse punktirt, da ihre basiskope Begrenzung wegen der starken Krümmung der Scheitelfläche bei dieser Einstellung und Lage des Präparates nicht sichtbar wird. Die am dorsalen Rande stehende Zelle (d) ist in eine (aus 5 Zellen bestehende) Zellengruppe zer-

[1]) *Gottsche*: Ueber Haplomitrium Hookeri. pg. 277.

[2]) Man vergl. *Kny* l. c. Taf. VI, Fig. 5; und in diesem Hefte Taf. I, Fig. 1 und 2.

fallen. Die mediane Zelle (m) zeigt nun schon die Sprossscheitelzelle (v_1), deren Entstehung namentlich bei Vergleichung mit Figur 4b sich schon aus dem Verlauf der Wände ergibt. Ein ganz ähnliches Stadium der Zweigbildung erkennen wir im Segmente IV der Figur 3, das aber links von der Scheitelzelle des Hauptsprosses gelegen ist.

Ein jüngeres Stadium aber, in dem die Zweigscheitelzelle noch nicht constituirt ist, dürfte das Segment II der Figur 4 zeigen: Wir sehen in der medianen Segmentzelle eine parallel den Hauptwänden verlaufende Wand; ein Theilungsvorgang, der in sterilen Segmenten nie zu beobachten ist, wohl aber, wie eben gezeigt wurde, der Anlage der Zweigscheitelzelle unmittelbar vorhergeht.

Das Verhalten eines zweigbildenden Segmentes vor Constituirung der Zweigscheitelzelle, und ebenso das Auftreten dieser die mediane Segmentzelle spaltenden Längswand ist noch in anderer Beziehung bemerkenswerth: Wir haben gesehen, dass ein blattbildendes Segment von *Fossombronia* sich bis zur Bildung der medianen Zelle durchaus gleich verhält den Segmenten von *Aneura, Umbraculum, Pellia* und vieler anderer frondosen Jungermannieen. Mit der Constituirung dieser medianen Zelle nun beginnt das wesentlich verschiedene Verhalten. Hier, bei den blattlosen Formen nämlich, zeigt das Segment vorerst Höhenwachsthum [1]), es vergrössert sich die Entfernung der Hauptwände von einander und als Ausdruck dieses Wachsthumes zerfällt die mediane Zelle in zwei hintereinander liegende Zellen, in ein akroskopes und ein basiskopes Stück. Bei *Fossombronia* und allgemein, bei allen nach demselben Typus ihre Blätter anlegenden Jungermannieen, wächst das Segment vorerst in der Richtung seiner Axe, es tritt papillenartig über die Scheitelfläche hervor, und die Abscheidung eines basiskopen, bei der Blattbildung nicht unmittelbar betheiligten Stückes ist erst ein secundärer Vorgang. (Vergl. Fig. 7.) Dadurch also, dass das zweigbildende Segment von *Fossombronia* in gleicher Weise zuerst Höhenwachsthum zeigt, sich also auch in Bezug auf die dieses Höhenwachsthum zum Ausdruck bringende Theilung gleich verhält, wie die Segmente der blattlosen Formen, sinkt es gewissermassen auf einen niederen Entwicklungstypus zurück, den, wie wohl kaum zweifelhaft, die blattlosen Vorfahren unserer *Fossombronia* normal eingehalten haben. Von diesen hat *Fossombronia* die Art der Zweigbildung unverändert überkommen, und wo in einem Segmente die letztere wieder zur Geltung kommt, da tritt die erst später erworbene Eigenschaft der Blattbildung hinter jene zurück [2]).

Die die neu gebildete Zweigscheitelzelle beiderseits begrenzenden und demselben Segmente angehörigen Zellen (Fig. 4b), verhalten sich nun selbst schon als blattbildende und dem Zweige angehörigen Segmente. Wir sehen dies schon aus Figur 4a, wo die Theilung in der äusseren diesbezüglichen Zelle ganz mit der überhaupt an sterilen Segmenten vor-

[1]) Vergleiche Heft I, pg. 15 Anmerkung.
[2]) Man vergleiche diesbezüglich auch Heft II, pg. 17 und 29.

kommenden übereinstimmt; noch mehr aber ist dies erkennbar aus Figur 5 b, wo die entsprechende Zelle (im Segmente I) in der That schon zu einem Blatte ausgewachsen ist.

Das Verhalten des Zweiges nach seiner Anlage stimmt in der Regel mit dem überein, wie wir es bei *Metzgeria* finden. Er entwickelt sich nämlich meist in gleicher oder nahezu gleicher Stärke mit dem Muttersprosse, und die Auszweigungssysteme erscheinen daher gegabelt. Doch ist dies nicht ausnahmslos der Fall. Oefters bleibt nämlich der Seitenspross schon nach Bildung mehrerer Blätter hinter dem weiter entwickelten Muttersprosse zurück, wird dann entschieden seitlich gedrängt und findet sich dann an älteren Sprosstheilen ganz oder theilweise in die Falte versteckt, welche durch die übereinander gelegten Ränder zweier aufeinander folgender (sich unterschlächtig deckenden) Blätter gebildet wird. Es ist dies wieder ein Verhalten, welches vollkommen an das bei vielen Aneuren vorkommende (vergl. pg. 42) erinnert.

Die *Fossombronia pusilla* wird in den Handbüchern als theils monöcisch, theils diöcisch vorkommend angeführt. Ich habe die Pflanze von den verschiedensten und weit entlegenen Standorten (Jena, Laibach) untersucht und möchte die Monöcie wohl für weitaus häufiger vorkommend erklären. An den Pflanzen, an denen vorzüglich Antheridien entwickelt sind, findet man, wie auch schon Nees [1]) bemerkte, fast ausnahmslos auch Archegonien, wenn auch allerdings häufig am ganzen Stämmchen keine Fruchtbildung eintritt. Aber ich fand häufig Sprosse mit völlig entwickelten Kapseln, welche nach der Spitze hin wieder reichlich Antheridien producirten.

Die Antheridien stehen nicht, wie es gewöhnlich angegeben wird, völlig regellos zerstreut über die Rückenfläche des Sprosses, sondern mehr nach seinen Seiten gerückt. Auch zeigen sie in ihrer Stellung immer eine gewisse Beziehung zu dem rückensichtigen (basiskopen) Blattrande, was namentlich in der Knospe vollkommen deutlich hervortritt. Stehen die Antheridien einzeln und von einander entfernt, so fällt die Insertion ihres Stieles sehr nahe zusammen mit dem rückenständigen Rande der Blattinsertion; stehen mehrere (doch wie es scheint, nie mehr als drei) nebeneinander, so stehen sie entsprechend dem Verlaufe der Blattinsertion in einer Reihe hintereinander, und sind immer dem Alter nach und zwar so geordnet, dass man sieht, ihre Anlage und Entwicklung sei von dem Rande des Blattes nach seiner Mediane hin (im Segmente also vom dorsalen Rande nach der Mitte) fortgeschritten. In der Knospe, wo die Blätter sehr stark (zu einem Halbkreise) eingerollt sind, und vertikal aufstehen, erscheinen auch die Antheridien vollkommen von ihnen eingeschlossen. Bei der Sprossstreckung nun und der dadurch bedingten immer schiefer werdenden Blattinsertion werden nun die Blätter nach rückwärts flach gelegt, und nun erst erscheinen die Antheridien frei an der Oberfläche des Stämmchens.

[1]) Europ. Lebermoose III, pg. 328.

Die Anlage der Antheridien erfolgt sehr nahe am Scheitel, und sie werden im Segmente sehr bald nach der Anlage des Blattes sichtbar. Das erste Antheridium jedes Segmentes scheint immer aus der dorsalen Zelle (des in drei Zellen zerfallenen Segmentes — pg. 106) hervorzugehen und zwar in der Weise, dass diese sich vorerst in mehrere Zellen theilt, von denen eine der akroskopen Hauptwand angrenzende zur Antheridiummutterzelle wird. (Fig. 5a.) Weitere Antheridienmutterzellen bilden sich nun am akroskopen Rande der medianen schon zur Blattfläche ausgewachsenen Zelle, so dass diese aus ihnen hervorgehenden Antheridien nun in der That in der Blattachsel stehen. (Fig. 6a, 7.) Dabei schreitet die Anlage und Entwicklung der Antheridien nach der Mediane des Segmentes vor und es stimmt mit dieser Entstehungsfolge vollkommen die schon oben erwähnte Thatsache überein, dass die Antheridien, wo sie zu mehreren in einer Gruppen stehen, parallel der Blattinsertion gereiht und derart angeordnet erscheinen, dass sie in Bezug auf den Grad ihrer Ausbilduug von dem rückenständigen Rande des Blattes nach dessen Mediane hin aufeinanderfolgen.

Es stimmen also die Antheridien von *Fossombronia* in Bezug auf Anlage und Stellung im Allgemeinen mit denen der eigentlichen foliosen Jungermannieen überein; es besteht aber ein wesentlicher Unterschied bezüglich der Entstehungsfolge der einem Segmente angehörigen. Ich habe an einem anderen Orte [1]) erwähnt, dass, wo, wie bei *Radula, Lophocolea* etc. nur ein Antheridium in einer Blattachsel steht, dieses immer zunächst der Blattmediane (die durch die »Halbirungswand des Segmentes gegeben ist) auftritt, und dass dort, wo wie bei *Plagiochila* und *Scapania* mehrere Antheridien gebildet werden, ihre Entwicklung ebenfalls an der gleichen Stelle beginnt und von da aus nach dem dorsalen Segmentrande hin fortschreitet. Bei *Fossombronia* nun finden wir gerade die entgegengesetzte Entwicklungsfolge und es ist dies eine Thatsache, für die ich eine völlig befriedigende Erklärung nicht zu geben vermag [2]).

Die Antheridien bilden sich namentlich sehr reichlich an Zimmerculturen. Es finden sich dann auch nicht selten neben denselben als Wucherungen an der Sprossfläche blattartige oder haarförmige Lappen und Schüppchen, welche in manchen Fällen eine ziemliche Grösse erreichen, und dann, abgesehen von ihrer immer viel geringeren Breite den Blättern nicht unähnlich sehen.

Es ist schwer zu sagen, ob diese Schüppchen als rein nur zufällige Wucherungen des Gewebes der Sprossoberfläche zu betrachten sind, oder ob sie nicht vielleicht doch eine tiefere Bedeutung haben, und als eine Rückschlagsbildung aufgefasst werden könnten. Es wäre immerhin auch das Letztere denkbar:

Ausnahmslos bei allen Jungermannieen, ja man kann sagen, bei allen Lebermoosen sehen wir die Neigung ausgeprägt, die Antheridien in irgend einer Weise mit schützenden Hüllen

[1]) Heft II, pg. 41.

[2]) Vergl. im allgemeinen Theile pg. 21.

zu umgeben. Es wird dies einerseits dadurch erreicht, dass dieselben durch allseitige Ueberwucherung des Thallus in diesen versenkt werden (Pellia, Blasia, Androcryphia, Marchantiaceen, Ricceien), oder dass derselbe einseitig wuchernd ein Deckblatt ähnliches Gebilde hervorbringt, welches über ein Antheridium oder über eine Antheridiengruppe darüber gelegt erscheint (Blyttia, Symphyogyna), während bei gedrängter Stellung der Antheridien diese Schüppchen zu einem Kammerwerk verwachsen, in dessen Fächern jene eingesenkt erscheinen (Petalophyllum, Umbraculum, Mörkia und theilweise Aneura). Bei den »foliosen Jungermannieen« nun ist der Schutz der Antheridien ausnahmslos den Blättern übertragen, und wir sehen den Oberlappen der Seitenblätter häufig in ganz ausgezeichneter Weise diesem Zwecke angepasst [1]).

Wenn wir nun, wie es wohl richtig sein dürfte, annehmen, die »foliosen Jungermanieen« seien aus blattlosen Formen hervorgegangen, so dürfen wir wohl voraussetzen, dass auch bei diesen hypothetischen Vorfahren irgend welche Einrichtungen bestanden haben müssen, die den Zweck hatten, in gleicher Weise die Antheridien zu schützen. Mit dem Auftreten der Blätter nun, die unter Einem auch als Schutzorgane für Antheridien (und Archegonien) fungiren konnten, wurden jene unnütz und verkümmerten. Dass dies jedoch nicht überall und ausnahmslos der Fall war, das zeigt uns *Androcryphia* und *Petalophyllum,* wo trotz der Bildung der Blätter, die in Bezug auf Anlage ganz mit der der »foliosen Jungermannieen« übereinstimmt, diese von den Blättern unabhängigen Schutzbildungen erhalten bleiben, weil die eigenthümliche Knospenlage jener und deren Ausbildung sie ungeeignet erscheinen liess, zu gleicher Zeit die Geschlechtsorgane zu schützen.

Bei *Fossombronia* aber sind die Antheridieen ebenfalls durch die Blätter geschützt. Sie erreichen nämlich ihre Ausbildung immer schon im spitzenständigen Blätterschopfe, wo durch die eigenthümliche Knospenlage der Blätter fast vollkommen abgeschlossene Hohlräume gebildet werden. Wenn nun bei eintretender Sprossstreckung die Blätter auseinander rücken und mit der dadurch bedingten Neigung ihrer Insertionen sich dieselben auseinander legen und somit die Antheridien blossgelegt werden, da sind die letzteren schon in das Reifestadium eingetreten, theilweise selbst schon entleert und es ist somit eine weitere Hülle für dieselben überflüssig geworden. Es konnten also auch hier, wie bei den »foliosen Jungermannieen«, mit dem Auftreten der Blätter andere ursprünglich vorhandene und zum Schutze der heranwachsenden Antheridien bestimmte Bildungen (die wir uns wahrscheinlich in Form von Schüppchen zu denken haben) verkümmern, und es wäre möglich, dass diese

[1]) Unter den thallösen Formen trägt meines Wissens nur *Metzgeria* die Antheridien frei an der Oberfläche des Laubes; aber sie sind doch auch hier durch den eigenthümlich geformten Tragspross geschützt. Die intercalare Entstehung dieser Hüllsprosse und ihre Verkürzung deutet aber darauf hin, diese Bildung als eine nicht ursprüngliche, sondern abgeleitete zu betrachten und erlaubt somit anzunehmen, dass auch hier die Antheridien ursprünglich an der Rückseite eines verlängerten Sprosses inserirt und wie bei den übrigen Gattungen in irgend einer Weise (und bei der geringen Dickenentwicklung des Thallus wohl mit Schüppchen) bedeckt waren, und dass diese Schutzbildungen erst verkümmerten, als der Spross selbst sich zur Hülle umbildete.

bei Culturen sich öfters einfindenden Schuppenbildungen an jene ursprünglich constant vorhanden gewesenen Einrichtungen erinnern.

Die Entwicklung der Antheridien weicht von dem normalen Typus in keiner Weise ab und es kann hier auf weitere diesbezügliche Erörterungen wohl verzichtet werden.

In der Cultur bilden sich häufig Antheridien monströser Form. Ich habe ein solches in Fig. 18 abgebildet. Es zeichnet sich durch eine massige Entwicklung des Stieles aus, nicht allein in so weit, als die Stielzellen sehr stark in die Breite gewachsen sind, sondern auch dadurch, dass die des untersten Stockwerkes (deren jedes aus vier quadrantisch gelegenen Zellen besteht) sich sehr stark gestreckt und zugleich spiralig um einander gedreht haben.

Die Archegonien zeigen im Allgemeinen dieselbe Stellung, wie die Antheridien (Fig. 19). An einem Sprosstheile, der nur mit Archegonien besetzt ist, finden wir daher häufig in gleicher Weise je eines in der Nähe des dorsalen Blattrandes, die weiteren dann nach dem Verlaufe der Blattinsertion geordnet. Wohl kommt es öfters vor, dass dieselben von dieser mehr entfernt und gegen die Sprossmediane gerückt erscheinen, doch gelingt es in der Regel auch hier, sie mit dem Verlaufe einer Blattinsertion in Beziehung zu bringen, was um so leichter ist, einen je jüngeren Sprosstheil (an dem die Gewebestreckung noch nicht erfolgt ist) man diesbezüglich untersucht. Wo die Archegonien untermischt mit Antheridien vorkommen, da ist die Vertheilung dieser beiden Arten von Organen die, dass die Archegonien näher der Sprossmitte, die Antheridien näher dem Seitenrande inserirt sind und die Beobachtung jüngerer Sprosstheile zeigt uns unwiderleglich, dass die Lage beider Organe gegenüber der Blattinsertion ganz dieselbe ist, wie dort, wo nur eine Art von Organen angelegt wird, dass also auch hier die Geschlechtsorgane in Reihen geordnet erscheinen, deren Richtung durch den Verlauf der Blattinsertionen bestimmt wird. Weiters erkennt man, dass in einer Reihe beide Organe vertreten sein können, und dass im Allgemeinen die Vertheilung eingehalten wird, dass die Archegonien in jeder Reihe die tiefste Stellung, also jenen Platz einnehmen, an dem, wenn nur Antheridien vorhanden wären, die im Segmente zuerst gebildeten sich finden würden. Da nun, wie schon a priori und selbstverständlich geschlossen werden muss, jede solche Gruppe (Reihe) von Geschlechtsorganen aus einem Segmente hervorgeht und wir weiter wissen, dass in einem solchen die Anlage der Geschlechtsorgane vom dorsalen Rande nach dessen Mitte fortschreitet, so müssen wir schliessen, dass in einem Segmente, das beide Arten von Organen producirt, zuerst Archegonien und dann erst Antheridien auftreten. Es erklärt sich daraus auch die schon oben erwähnte Thatsache, dass die Archegonien im Allgemeinen näher der Sprossmitte, die Antheridien näher den Seitenrändern desselben stehen.

Die Anlage der Archegonien stimmt durchaus mit der der Antheridien überein und ich brauche diesbezüglich nur auf die oben gegebene Darstellung zu verweisen.

In gleicher Weise ist auch der Aufbau des Archegoniums ganz übereinstimmend mit dem der übrigen Jungermannieen und ich will nur bemerken, dass sein Bauchtheil schon vor der Befruchtung zweischichtig ist.

Fruchtbildung tritt nur an solchen Archegonien ein, deren Befruchtung noch vor der Sprossstreckung erfolgt, so lange dieselben also noch in dem spitzenständigen Blätterschopfe eingeschlossen sind. Hat einmal die Sprossstreckung stattgefunden, und sind dadurch die Archegonien aus ihrer Umhüllung auf die freie Sprossoberfläche hervorgetreten, so scheint eine Fruchtentwicklung nicht mehr möglich zu sein, wenn auch eine Befruchtung derselben eingetreten ist. Ich schliesse dies daraus, dass man nie ausserhalb des spitzenständigen Blätterschopfes Fruchtanfänge und Perianthanlagen findet, obwohl bei dem Umstande, als nicht selten noch geschlossene oder wenigstens eben erst geöffnete (mit nicht gebräuntem Halstheile) und somit noch empfängnissfähige Archegonien ausserhalb des Blätterschopfes gefunden werden, und bei der ungemein reichlichen Production von Antheridien eine Befruchtung auch entfernter von der Spitze hie und da einmal denn doch erfolgen muss.

Archegonien, welche, so lange sie noch in der Gipfelknospe eingeschlossen sind, nicht befruchtet wurden, kommen, wie schon oben erwähnt, nach erfolgter Sprossstreckung frei auf auf die Sprossoberfläche zu stehen und zeigen dann die schon oben erwähnten Stellungsverhältnisse. Sie sind durchaus nackt und nur in Ausnahmsfällen findet man neben einigen derselben da und dort bandförmige Lappen oder kleine meist mit Keulenpapillen gekrönte Schüppchen.

Ist aber ein Archegonium befruchtet worden, so beginnt sogleich mit der Vergrösserung seines Bauches die Bildung des »Perianthiums«. Es geschieht dies in der Weise, dass rings um die Insertion des Archegoniums aus der Oberfläche des Stengels ein aus einer Zellschichte bestehender Ringwall von Zellen sich erhebt, der anfangs durch Theilung seiner Randzellen, später durch an seinem Grunde stattfindendes intercalares Wachsthum sich immer weiter über das Archegonium emporhebt und endlich einen oben weit geöffneten Trichter darstellt, in welchem das zur Kalyptra umgewandelte Archegonium versenkt erscheint. (Fig. 9.)

In jenen Fällen, wo Archegonien befruchtet werden, welche nach erfolgter Sprossstreckung in die Sprossmediane verschoben werden, ist diese von einer Betheiligung der Blätter durchaus unabhängige Perianthiumbildung ohne alle Schwierigkeit zu constatiren (Fig. 19). Bei seitlicher Stellung der jungen Frucht findet aber öfters (aber auch nicht immer) eine Verwachsung des sich bildenden Perianthiums mit der angrenzenden Blattbasis statt. Steht in solchen Fällen dasselbe von dem Blattrande ab und mehr gegen die Blattmediane hin, grenzt es seitlich also an die Blattfläche, so hat auch hier die Deutung des Perianthiums als eines von der Blattbildung durchaus unabhängigen Organes kein Schwierigkeit. Anders ist es allerdings, wenn das Perianthium in Folge der Stellung des Archegoniums sich am (dorsalen) Blattrande entwickelt. Da hat es allerdings nicht selten den Anschein, als ob in der That der Blattrand sich bei der Perianthiumbildung betheiligt hätte.

Das Perianthium ist häufig auch in seinem vollkommen entwickelten Zustande eine durchaus einfache Zellenlage und man findet weder an seiner Aussen- noch an seiner Innenfläche irgend eine Spur lappenartiger Anhänge oder flügelartiger Fortsätze, und nur sein Rand ist mehr oder weniger tief gezähnt. In anderen Fällen aber springen an seiner Aussenfläche entweder gleichförmig über die Peripherie vertheilt oder nur an einer oder an ein Paar näher oder entfernter gelegenen Stellen flügelartige Anhänge vor. Solche Anhänge finden sich aber auch, wiewohl viel seltener an seiner Innenfläche. Sie erstrecken sich öfters über die ganze Höhe des Perianthiums, reichen in anderen Fällen aber gar nicht bis an seinen Grund. Dass diese Anhänge nichts weiter als Wucherungen der das Perianthium bildenden Zellschichte sind, ist wohl zweifellos. Oefters stehen aber am Grunde des Perianthiums, dessen Aussenseite dicht anliegend und öfters theilweise mit ihm verwachsen, schmale blattartige Lappen, wie sie ja übrigens auch entfernter von demselben frei an der Oberfläche des Stämmchens gefunden werden, und deren ich schon oben bei der Besprechung der Antheridien gedachte.

Diese so verschieden gestalteten Anhänge sind also nicht als Blätter oder Blatttheile zu betrachten, welche etwa wegen ihrer Nähe am sich bildenden Perianthium und in Folge seines intercalaren Wachsthumes an dieses hingezogen oder selbst an ihm hinaufgerückt werden, sondern sind durchaus selbstständige von der Blattbildung ganz unabhängige Wucherungen der Sprossfläche, durch welche auch, wie man sich ja ganz leicht überzeugen kann, die Blattbildung in keiner Weise gestört wird [1]).

In der Ausbildung des Perianthiums beobachtet man nicht selten Unregelmässigkeiten: So kommt es öfters vor, dass dasselbe an einer Seite (häufig an der apicalen) mehr oder weniger tief gespalten erscheint, oder nach vorne überhaupt gar nicht schliesst und dann eher einer stark gekrümmten Schuppe gleicht. Nach vorne steht dann öfters ein isolirter Lappen. Ich habe eine derartige Bildung in Figur 19 schematisch angedeutet: Nahe der Spitze war eine Fruchtanlage mit ziemlich weit entwickeltem Embryo und normaler Perianthiumbildung. Tiefer am Stämmchen zeigte sich ebenfalls ein befruchtetes Archegonium (mit einem dreizelligen Embryo). Das Perianth war aber nur als ein sehr niedriger nach vorne offener

[1]) *Nees v. Es.* schreibt der Frucht von *Fossombronia* eine doppelte Hülle zu (l. c. pg. 325). »Die äussere ist doppelt und besteht aus 5—6 kürzeren pfriemenförmigen von einer Reihe von Zellen gebildeten und mit der innern dem grössten Theil ihrer Länge nach von unten bis oben verwachsenen, nur an ihrem Ende freien aufrechten Blättchen.« Es sind dies die oben besprochenen flügelartigen Anhänge des Perianthiums, die aber auch fehlen können. Die innere Hülle (das Perianthium) betrachtet *Nees* aus zwei verwachsenen Blättern gebildet.

Gottsche (Ueber Haplomitrum l. c. pg. 336 und 352) erkannte ganz richtig, dass das Perianthium sich erst später bildet und unabhängig von den Blättern sich zwischen diese und das befruchtete Archegonium einschiebt. Er stimmt aber in so weit mit *Nees* überein, als er die am Perianthium oder an seinem Grunde öfters befindlichen Anhänge (»äussere Hülle,« *Nees*) als Blätter auffasst, welche in Folge des basalen Wachsthumes des Perianths mit diesem mehr oder weniger verbunden werden. »Jede Knospe zieht von den umstehenden Perichätalblättern so viel an ihren Kelch (i. e. Perianthium) als sie bekommen kann; daher zeigt der eine Kelch mehrere solche Deckblätter, die mit ihm verwachsen sind, während ein anderer Kelch gar keine hat.« Man vergleiche auch *Gottsche* in »Hepaticae europaeae« von *G.* und *Rabenhorst* Nr. 439.

Ringwall angedeutet, der nach dieser Seite hin durch ein isolirt stehendes Läppchen begrenzt war. Die niedere Stufe der Ausbildung, welche hier Perianth und Embryo gegenüber der viel weiter vorgeschrittenen Entwicklung der höher am Stämmchen stehenden Fruchtanlage zeigen, deutet darauf hin, dass in der Entwicklung der ersteren eine Störung eingetreten sei, in welcher eben die abnorme Ausbildung wohl begründet gewesen sein dürfte.

Ein andermal fand ich das Perianth ebenfalls nach vorne offen. An der Stelle nun, wo eben der Perianthiumtheil fehlte, wo also die kreisförmige Insertion desselben nicht zusammenschloss, stand ein abgestorbenes Archegonium. Hier war wohl zweifellos eben die Stellung des letzteren Schuld an der unvollkommenen Bildung des Ringwalles. Uebrigens ist auch der Fall, dass wir an einem Sprosse mehrere Fruchtanlagen finden, durchaus nicht selten. In der Regel stehen sie allerdings ziemlich entfernt von einander, und namentlich in verschiedenen Höhen. Es kommt aber auch vor, dass zwei zunächst stehende Archegonien befruchtet werden, und dass sich um jedes derselben ein gesondertes Perianthium ausbildet. Bei noch näherer Stellung kann es nun geschehen, dass beide Archegonien von einem einzigen, aber freilich viel weiteren Perianth umschlossen werden (*Gottsche*), während in anderen Fällen wieder zwar ebenfalls nur ein Perianthium sich bildet, das aber durch eine niedere Lamelle in zwei Kammern getheilt erscheint, oder mindestens durch eine Verengung zwischen den beiden Archegonien von dem Bestreben Zeugniss gibt, um jedes derselben eine gesonderte Hülle aufzubauen.

Wenn ein Archegonium befruchtet und in die Fruchtbildung eingetreten ist, so wird das Spitzenwachsthum des Tragsprosses einige Zeit sistirt, um erst wieder zu beginnen, wenn die Kapsel sich dem Reifestadium nähert. Die anfangs gipfel- (aber nie scheitel-) ständige Frucht wird in Folge dessen nach und nach rückenständig, und der fortwachsende Spross bildet von neuem wieder Geschlechtsorgane und kann, wie schon oben erwähnt, abermals eine Frucht ausbilden. Es ist aber auch ganz selbstverständlich, dass, wenn zur Zeit des Wiederbeginnes des Spitzenwachsthumes im Scheitel eine Astanlage vorhanden ist, auch diese dem typischen Entwicklungsgange folgt, und dass in Folge dessen der Spross unter der Frucht gabelig auszutreiben scheint, und diese dann an die Gabelungsstelle zu stehen kommt.

Die Möglichkeit der Wiederaufnahme des Spitzenwachsthumes von Seite eines eine Frucht ausbildenden Sprosses hat natürlich nur darin ihren Grund, dass der Sprossscheitel (Scheitelzelle und jüngste Segmente) bei der Anlage der Archegonien nicht betheiligt ist. Es stimmt in dieser Beziehung *Fossombronia* durchaus mit den übrigen »frondosen Jungermannieen« überein, und unterscheidet sich ebensoweit von den foliosen. Ich habe schon seinerzeit bei Besprechung der Fruchtbildung von *Blasia* [1]) auf diesen wichtigen Unterschied hingewiesen, und habe betont, dass bei dieser Gattung nicht schon durch die Anlage der Arche-

[1]) Heft I, pg. 43 et seq. Man vergleiche auch Heft II, pg. 44 et seq.

gonien der Abschluss des Spitzenwachsthumes bedingt ist, sondern dass dies erst secundär in Folge der Fruchtbildung geschieht, indem wir sehen, dass, wo an einem Sprosse sich keine Frucht entwickelt, derselbe während der Anlegung von Archegonien noch fortwährend weiterwächst, und daher dieselben über die ganze Sprossrückenfläche gefunden werden. Erst dort, wo ein (zunächst dem Sprossscheitel befindliches) Archegonium in die Fruchtbildung eintritt, hört, gewiss nur in Folge des Massenverbrauches von Baustoffen an dieser Stelle, das Scheitelwachsthum auf. Dass es bei *Blasia* dauernd sistirt wird, mag wohl darin seinen Grund haben, dass hier in Folge der Betheiligung des ganzen Sprossendes und der dadurch bewirkten Versenkung desselben im Scheitel, vielleicht in Folge von nothwendiger Weise eintretenden Zerrungen, Störungen Platz greifen, welche ein Absterben desselben nach sich ziehen. Bei *Fossombronia*, wo die Einhüllung des befruchteten Archegoniums (hier die Perianthiumbildung) nur von der oberflächlichen Zellschichte des Sprosses ausgeht, wird auch erklärlicher Weise der Scheitel desselben durch diesen Vorgang weniger beeinflusst werden können und kann, wenn einmal der Aufbau der Frucht zum grossen Theile vollendet und damit Baumaterial wieder disponibel geworden ist, sein einige Zeit sistirtes Wachsthum wieder aufnehmen.

Das zur Kalyptra sich umbildende Archegon bleibt bis zu dem Stadium, wo jene in Folge der Streckung des Kapselstieles (meist) seitlich durchrissen wird, durchaus einschichtig.

Die auch zur Zeit des Oeffnens kurzgestielte Kapsel ist, wie bekannt, kugelig. Ihre Wand besteht aus zwei Schichten, von denen die äussere aus gleichförmig und nur mässig verdickten Zellen besteht, während die der inneren Schichte an ihren Seiten- (Radial-) wänden Verdickungsleisten zeigt, die öfters auf die Tangentalwände sich fortsetzen und dort allmälig auslaufen. Nur am Scheitel ist die Kapsel (in Folge einer abermaligen Spaltung der inneren Schichte) dreischichtig.

Betreffs des Oeffnens der Kapsel existiren verschiedene Angaben. *Hooker*[1]) zeichnet auf Tafel LXIX dieselben am Scheitel unregelmässig zerrissen und bemerkt auch, eine andere Art des Aufspringens nie beobachtet zu haben. Auch *Nees v. E.* sagt, dass die Kapseln in vier oder mehrere nicht regelmässig umschriebene um die Ränder wellige oder zackige Stücke zerreissen, welche bald soweit abwittern, dass nur noch ein Theil derselben an der ungetrennnten Basis verbunden bleibt.

Auch *Gottsche*[2]) bestätigt die Angaben *Hooker's* und desgleichen sind auch mir andere Arten der Kapselöffnung nicht vorgekommen. Dagegen zeichnet *Schmidel* vier Klappen, die er als länglich eiförmig und zugespitzt beschreibt, und ebenso erwähnt *Lindenberg* ausdrücklich, dass die eben aufgesprungene Kapsel deutlich vierklappig sei, und dass die Abbildungen *Hooker's* und dessen Beschreibung nur auf spätere, durch Verwitterung hervorgerufene Zustände Anwendung finden können. —

[1]) British Jungermanniae.

[2]) Bot. Zeitg. 1858, pg. 285, wo auch die übrige Literatur angeführt ist.

Diesen letzteren so bestimmt ausgesprochenen Angaben sorgfältiger Beobachter gegenüber ist es wohl kaum zu bezweifeln, dass vierklappig aufspringende Kapseln in der That vorkommen, aber ebenso gewiss ist es, dass dies nur Ausnahmsfälle sind, und dass die von *Hooker* beschriebene Art des Oeffnens die normale ist. Ich habe viele eben aufgesprungene Kapseln diesbezüglich untersucht, und glaube, dass sich ihr Verhalten am besten dadurch bezeichnen lässt, dass man sagt, die Kapselwand zerfalle in ihrer Gänze in Platten von ziemlich gleicher Grösse, die aber in ganz unregelmässiger Weise mehr oder weniger unter sich zusammenhängen. Die eine solche Platte zusammensetzenden Zellen gehören einer Generation an; die Platten entsprechen also den in einem mittleren Embryonalstadium die Wand des jungen Sporogons zusammensetzenden Oberflächenzellen. Auch beginnt die Trennung der Platten von einander in der Regel nicht am Scheitel der Kapsel, sondern seitlich, so zwar, dass, wenn man unmittelbar nach dem Aufspringen, wo noch alle Platten unter sich theilweise zusammenhängen, die ganze Kapselwand in eine Ebene auseinander legt, die Insertion des Stieles nahe an den einen Rand derselben gerückt erscheint.

Die Entwicklung des Embryo von *Fossombronia* wurde meines Wissens noch nicht untersucht. Ich gebe im Nachfolgenden das Resultat meiner diesbezüglichen Untersuchungen:

Es ist vorerst gewiss, dass die noch einzellige und in der Richtung der Archegonienaxe stark in die Länge gezogene Fruchtanlage vorerst durch Querwände (Fig. 10) in drei Stockwerke zerfällt, und dass nun in beiden die Pole einnehmenden Zellen sehr rasche Zellvermehrung eintritt, so zwar, dass der Embryo, schon, wenn er nur 81 Mik. lang ist, in der Mitte tief eingeschnürt und somit im Längsschnitte bisquitförmig erscheint. Noch lange Zeit nehmen beide Enden ganz gleichmässig an Volum zu, so dass ein Embryo von 180 Mik. Länge eine gleich mächtige Entwicklung beider Enden zeigt. Nun aber beginnt der obere (dem Archegonhalse anliegende) Theil ein überwiegendes Wachsthum und bildet sich zur Kapsel aus, während der untere den Bulbus des um diese Zeit fast kaum vorhandenen (eigentlich nur auf die Einschnürungsstelle reducirten) Kapselstieles darstellt.

Die Zelltheilungen in dem zum Bulbus werdenden Theile zeigen keine Regelmässigkeit. In dem zur Kapsel werdenden Ende aber scheinen zwei wesentlich verschiedene Modificationen vorzukommen:

Es ist einmal unzweifelhaft, dass es Embryonen gibt, welche im ersten Aufbaue und bis zur Differenzirung der Kapselwand vollkommen den Jungermannieentypus einhalten: Wir finden da ein Stadium, wo der zur Kapsel werdende obere Theil der Sporogonanlage aus zwei Stockwerken von je vier quadrantisch geordneten Zellen besteht (Fig. 12). In dem oberen die vier Deckelzellen bildenden Stockwerke werden nun durch Tangental- (den Aussenflächen parallele) Wände Innen- und Aussenzellen differenzirt, und damit auch die Sonderung in Sporenraum und Kapselwand durchgeführt. Die Zellen des unteren (eine cylindrische Scheibe darstellenden) Stockwerkes zerfallen ganz so wie bei anderen Jungermannieen durch je zwei Theilungsschnitte in je eine Innen- und zwei Aussenzellen, so

dass also vier Innenzellen von acht äusseren umschlossen werden. Diese acht Innenzellen (je vier in einem Stockwerke) bilden nun die Anlage des Sporenraumes, und theilen sich anfangs durch ziemlich regelmässig auftretende Quer- und Längswände, so dass die Theilzellen noch durch mehrere Generationen ziemlich nahe die cubische Form einhalten. Die zu Elateren sich ausbildenden Zellen sind gleichmässig durch den Sporenraum vertheilt. Ihre genetische Beziehung zu den Sporenmutterzellen zu erforschen, gelang mir jedoch nicht und ich glaube überhaupt nicht, dass diesbezüglich bestimmte Beziehungen obwalten.

Die Kapselwand wird später zweischichtig, am Scheitel, wie schon erwähnt, dreischichtig. Die Zellen der äusseren Schichte bleiben unverdickt, die der inneren bekommen an ihren Radialwänden die schon oben besprochenen Verdickungsbänder, die jedoch nach dem Kapselgrunde an Stärke abnehmen, ja in den der Stielinsertion nahegelegenen Wandpartieen ganz fehlen.

Die im Vorhergehenden besprochenen Embryonen zeigen ihren Scheitel von der ersten Anlage an flach kuppenförmig gewölbt.

Die meisten der von mir untersuchten Embryonen zeigen sich aber anfangs und bis zur Differenzirung des Sporenraumes zugespitzt (Fig. 11, 13), und es entspricht dieser verschiedenen Form auch ein abweichendes Scheitelwachsthum. Es ist nämlich nicht dem geringsten Zweifel unterworfen, dass die erste in der oberen Endzelle auftretende Wand (Quadrantenwand) sehr stark gegen die Längsaxe des Embryo geneigt ist, dass somit die Scheitelfläche nur von einem Quadranten eingenommen wird. Würde nun in jedem der Quadranten die Octantenwand auftreten, so wäre selbstverständlich der typische Theilungsvorgang nicht wesentlich verändert, wir hätten im Allgemeinen denn doch in beiden Quadranten den gleichen Entwicklungsgang und es wäre diesbezüglich eine Verschiedenheit zu betonen hier ebenso wenig gerechtfertigt, wie in vielen schon früher [1]) öfters besprochenen Fällen, wo der eine Quadrant in seiner Entwicklung etwas hinter dem andern zurückbleibt. Bei *Fossombronia* zeigt aber der bevorzugte (höhere) Quadrant ein wesentlich anderes Verhalten, das mit dem entsprechenden Vorgange bei *Symphyogyna* übereinstimmt. Es theilt sich nämlich derselbe v o r Auftreten der Octantenwand wenigstens zweimal hintereinander nach dem Typus einer zweischneidigen Scheitelzelle, und zwar in der Aufeinanderfolge und Lage der Theilwände, dass die (schon schief aufgetretene) Quadrantenwand als eine Seitenwand der Scheitelzelle und der (schon ursprünglich) kleinere Quadrant als das erste Segment angesehen werden könnte (Fig. 11, 13). Das Spitzenwachsthum solcher Embryonen erfolgt also in der That — wenn auch nur ganz kurze Zeit — mit zweischneidiger Scheitelzelle. Diese wird endlich durch eine auf ihren Seitenwänden senkrechtstehende Längswand halbirt; dasselbe geschieht schon früher mit den Segmenten und es bilden alle diese Halbirungswände zusammengenommen einen Wandcomplex, der in

[1]) Vergl. Heft I, pg. 49 Text und Anmerkung 4.

seinem Verlaufe vollkommen dem Verlaufe der Octantenwände an anderen nach dem allgemeinen Typus sich entwickelnden Embryonen entspricht.

Mit dieser die Scheitelzelle halbirenden Längswand ist das Spitzenwachsthum der Fruchtanlage abgeschlossen und es geht die Sonderung in Wand- und Sporenraum in normaler Weise vor sich.

Es war mir von hohem Interesse, zu erfahren, ob der niederere Quadrant sich an der Bildung des Sporenraumes betheiligt, oder ob er so wie bei *Symphyogyna* nur zur Stielbildung verbraucht wird. Nach allem, was ich gesehen habe, glaube ich, dass derselbe sich bei der Kapselbildung in ganz normaler Weise betheiligt, dass also die Sporogonentwicklung von *Fossombronia* von der der übrigen Jungermannieen weniger abweicht, als dies bei *Symphyogyna* der Fall ist.

Einmal fand ich eine Fruchtanlage, die wegen ihrer abnormen Ausbildung erwähnt zu werden verdient: An einem Sprosse zeigten sich mehrere junge Früchte. Die am weitesten grundwärts stehende war ganz normal ausgebildet; eine zweite höher am Sprosse befindliche war abgestorben; der Embryo zeigte schon die Differenzirung in Kapselwand und Sporenraum. Noch höher am Sprosse und noch im spitzenständigen Blätterschopfe verborgen war nun ein noch jüngeres Fruchtstadium vorhanden. Perianth und Kalyptra zeigten ganz normale Entwicklung, die frei präparirte Fruchtanlage aber zeigte sich an der Spitze papillenförmig zugespitzt. In Figur 14 ist ein Längsschnitt dargestellt. Man erkennt ohne Mühe, dass auch hier der obere Theil zweiseitige Segmentirung zeigt, und dass die an der Spitze gelegene Zelle (Scheitelzelle?) sich papillenartig verlängerte und mit dieser Verlängerung wahrscheinlich in den nicht vollkommen bis an den Grund geschlossenen Archegoniumhals eingedrungen war [1]).

Die Keimung der Sporen konnte ich nicht ganz genau bis zur Bildung des beblätterten Pflänzchens verfolgen, wenigstens nicht so genau, dass ich die Art, wie sich endlich die zweischneidige Scheitelzelle constituirt, angeben könnte. In der Regel bricht nach Platzen des Exospor's ein Keimschlauch hervor, der durch Quertheilungen in Gliederzellen zerfällt. In diesen treten weiters Längstheilungen auf und es geht so der Gliederfaden in eine bandförmige Zellengruppe über (Fig. 15, 17). Es ergreift nun die Längstheilung auch die am Scheitel gelegene Zelle, wobei aber jene nie schief gestellt ist (wenigstens so weit ich

[1]) Die Entwicklung der Embryonen hat grosse Aehnlichkeit mit der, wie sie von *Kienitz-Gerloff* (Bot. Zeitg. 1875, pg. 795) für *Sphaerocarpus* beschrieben wurde. Es gilt dies ebensowohl für das Spitzenwachsthum, als auch für den Fusstheil, der in gleicher Weise zu einem mächtigen Bulbus anschwillt. *K.-G.* verwahrt sich dagegen, bei Embryonen, die den von ihm so genau studirten und in Tafel IX, Figur 20 erläuterten Entwicklungsgang einhalten, von einem Spitzenwachsthum mit zweischneidiger Scheitelzelle zu reden. Ich sehe nicht ein, warum: wird uns doch dadurch das typische Spitzenwachsthum bei Laubmoosen leichter verständlich.

Ich erwähne weiters nur nebenbei, dass *Sphaerocarpus* (und damit wohl auch *Riella)* von Dr. *Carrington* zu den Jungermannieen gestellt wird »of which it is a gymnocarpous form, holding the same relation to *Aneura* etc., that *Riccia* does to *Marchantia*«. (Nach S. O. *Lindberg* in: On Zoopsis. Linn. Soc. Journal Vol. XIII.)

es beobachtete) wie es etwa bei *Ancura* vorkommt, und dort den Beginn der zweiseitigen Segmentirung einleitet. Einige Male sah ich, dass der wenigzellige Gliederfaden in eine breite Zellfläche überging (ähnlich wie bei der Prothallienbildung), und dass aus einer Randzelle derselben ein neuer Gliederfaden seinen Ursprung nahm.

Uebergangsstadien zum beblätterten Pflänzchen konnte ich, wie gesagt, nicht auffinden, wohl aber fand ich mit deutlichen Blättern versehene Keimpflänzchen noch mit der Spore in Verbindung: Aus der Spore war unter Einschaltung des Keimschlauches (Gliederfadens) oder auch direct ein Zellkörper hervorgegangen. Derselbe zeigte an seinem Grunde keine Spur von Blättern. Wenig höher beobachtete man nun rechts und links wulstförmige Hervorragungen (eine Querreihe von Zellen trat etwas über die Oberfläche hervor); wenig höher erschienen ähnliche, durch Quertheilung der hervorstehenden Zellen stärker entwickelte Wülste, die noch weiter nach der Spitze allmälig in die Form normaler Blätter übergingen, wobei im vierten Cyklus schon Antheridien sichtbar waren. Der Keimschlauch kann sich auch an seiner Spitze dichotomisch spalten (Fig. 16), ich weiss aber nicht, ob in solchen Fällen beide Zweige zu Pflänzchen sich umbilden können, oder nicht.

Noch möchte ich bemerken, dass ich an Keimungsstadien, wie die in Fig. 15—17 abgebildeten, und auch an solchen mit entwickelten Zellflächen (vergl. oben) nie ein Rhizoid beobachtete, so dass es scheint, dass diese erst später und vielleicht erst zur Zeit der ersten Blattanlagen gebildet werden.

12. Androcryphia. Taf. IX.

Diese Gattung hat in Bezug auf ihre vegetativen Theile, wie es auch die Abbildung *Hooker's* [1]) zeigt, durchaus das Ansehen einer zweireihig beblätterten Jungermanniee mit unterschlächtiger Blattdeckung.

Der Stengel ist an der Ventralseite stark hervorspringend und convex, an der Rückenseite dagegen flach oder sogar rinnig. Die Blätter sind dessen Seiten und diesen fast parallel inserirt. Sie greifen daher an die Ventralseite nur sehr wenig über und ebenso wenig nach der Dorsalseite, so dass der grösste Theil der letzteren von jeder Blattinsertion frei ist.

Es unterscheidet sich dadurch *Androcryphia* wesentlich von den Jungermannieen, bei denen die Insertionen der seitenständigen Blätter entweder bis in die Sprossmediane reichen, oder wenigstens über einen grossen Theil der Rückenfläche (öfters an dieser herablaufend) sich hinziehen.

---

[1]) Flora antarctica. Pl. 161, Fig. VII. Die Synopsis Hep. unterscheidet noch die Arten *A. porphyrorhiza* und *A. (Noteroclada) confluens*. Es werden jedoch dieselben später unter ersterem Namen vereinigt. Vergl. *Mitten* in Fl. Nov. Zeel. II, pg. 164, und *Gottsche* in Ann. des sc. nat. 1864, T. I, pg. 176.

Die Blätter sind von einander vollkommen getrennt[1]) und decken sich unterschlächtig. Sie sind an ihrem Grunde mehrschichtig, werden dann aber einschichtig. Auch sind sie durchaus ungetheilt und ganzrandig.

Die Ventralseite des Sprosses ist dicht mit Rhizoiden besetzt, die bis an den Scheitel reichen.

Das Gewebe des Stengels besteht durchaus aus grossen, weiten Zellen, die nach der Dorsalseite successive enger werden. Die peripherische Schichte der Sprossrückenseite besteht aus sehr kleinen Zellen und hebt sich daher auf Quer- wie Längsschnitten sehr scharf von dem inneren Gewebe ab.

Eine Verzweigung ist nur selten zu beobachten. Wo aber Seitensprosse auftreten, entspringen dieselben dicht über dem vorderen nach der Bauchseite übergreifenden Blattrande, so dass ihre Insertion immer von dem basiskopen Rande des höher stehenden Blattes gedeckt wird. Wenn man nun an einem Stengel die betreffenden Stellen — auch wo kein Seitenspross sichtbar ist — aufmerksam untersucht, so findet man häufig genug, namentlich nach der Sprossspitze hin, Sprossanlagen in Form flacher Höcker, deren Scheitel von Keulenhaaren bedeckt ist. Das Aussehen ihres Gewebes lässt erkennen, dass ein Theil derselben noch weiter entwicklungsfähig ist, während andere durch die tief gebräunten Zellwände sich als abgestorbene Anlagen zu erkennen geben.

Die Vegetationsspitze ist — wie bei *Fossombronia* — stark nach aufwärts gekrümmt; so stark, dass bei horizontaler Lage des Sprosses der Scheitel vertical steht und daher in Spitzenansicht gesehen wird.

Wenn man nun an solchen Sprossen die die Gipfelknospe beiderseits umhüllenden (und natürlich ebenfalls vertical stehenden) Blätter auseinander legt, so wird die Scheitelfläche ohne weitere Präparation sichtbar. Man erkennt eine sehr grosse dreiseitige Scheitelzelle (Fig. 1), die ganz dieselbe Orientirung ihrer Seitenwände zeigt, wie bei den »foliosen Jungermannieen«. Auch die die Scheitelzelle umgrenzenden Segmente sind vollkommen deutlich erkennbar, und wir unterscheiden, der Lage der Scheitelzelle entsprechend, auch hier die seitenständigen und die bauchständigen.

Die ventralen Segmente produciren vorerst zwei lange, weit über die Scheitelzelle hinübergekrümmte dreizellige Haare, deren Endzelle keulenförmig ist. An der letzteren findet sich die Cuticula häufig abgehoben, auch zerrissen und es ist kein Zweifel, dass der hyaline den Scheitel einhüllende Schleim, in gleicher Weise, wie in allen ähnlichen Fällen, ein Product dieser Papillen ist. An älteren Segmenten findet man öfters vier solcher Haare in einer Querreihe geordnet, was darin seinen Grund hat, dass an der Basis jedes der primär angelegten und zwar an deren nach den seitenständigen Segmenten gerichteten Seite ein secundäres angelegt wird.

[2]) *Hooker* (l. c.) schreibt freilich: »inter se quasi confluentia (hinc frons prima visu continua et lobata).«

Die Tragzellen dieser Haare liegen meistens in der Sprossoberfläche; durch späteres Wachsthum und diesem entsprechende Theilungen treten sie aber öfters über dieselbe hervor und es wird in Folge dessen ein Gebilde erzeugt, das ganz einem kleinen Amphigastrium gleicht.

Die seitenständigen Segmente zerfallen in einen bauchsichtigen breiteren Theil, der zum Blatte auswächst, und in einen rückensichtigen, der durchaus in die Sprossbildung einbezogen wird. Wir haben diesbezüglich ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei *Fossombronia*, nur dass hier der in der Sprossoberfläche verbleibende rückensichtige Segmenttheil viel grösser (breiter) ist. In diesem Verhalten liegt auch der Grund, warum die beiderseitigen rückenständigen Blattinsertionen so wenig auf die Sprossrückenfläche übergreifen.

In Beziehung auf das Blattwachsthum kann ich nur soviel angeben, dass hier eine die junge Blattanlage in zwei Längshälften theilende Halbirungswand nicht in die Erscheinung tritt, dass ferner das Spitzenwachsthum nicht mit einer Scheitelzelle erfolgt, dass also in allen diesen Beziehungen die Blattentwicklung mit der, wie sie bei *Fossombronia* (und *Haplomitrium)* vorkommt, vollkommen übereinstimmt.

Die Stellung der Seitensprosse habe ich schon oben besprochen. Sie werden schon im Scheitel des Tragsprosses angelegt, und es ist nicht der geringste Zweifel, dass sie aus den basiskopen Basilartheilen seitenständiger Segmente entstehen, dass sie also in dieser Beziehung den Seitensprossen von *Radula* und *Scapania*[3]) gleichen. Bei ihrer Anlage constituirt sich sogleich die dreiseitige Scheitelzelle und zwar immer mit der Orientirung ihrer Seitenwände, dass eine Segmentreihe ventral zu liegen kommt. Die ersten Segmente der ventralen Reihe produciren nur eine auf einem 1—2zelligen Stiele sitzende Papille, und erst jene Segmente, welche schon über die Oberfläche des Tragsprosses emporgehoben sind, und am Seitensprosse selbst stehen, entwickeln dann diese Papillen in normaler Weise in der Zweizahl.

Die Blätter treten in den seitenständigen Segmenten zuerst in Form äusserst kleiner (in den zuerst gebildeten Segmenten nur zweizelliger) Schüppchen auf, bis sie in späteren Segmenten successive die normale Gestalt erreichen (Fig. 7).

Da die Seitensprosse so nahe am Scheitel und somit vor der eintretenden Sprossstreckung angelegt werden und ihre ersten Segmente ganz in der Sprossoberfläche bleiben, so ist es natürlich, dass letztere in ihrer Gestalt durch die Sprossstreckung beeinflusst werden müssen. Wir sehen sie daher in der Längsrichtung des Tragsprosses in die Länge gezogen, in ihrem Umrisse verzerrt und nur ihre Anhangsorgane (Keulenhaare und Blattschüppchen) verrathen noch ihre Zugehörigkeit zu dem Seitensprosse (Fig. 7).

In der Regel finden sich beide Arten von Geschlechtsorganen an demselben Sprosse. Doch findet man auch solche, welche nur Antheridien tragen, während rein weibliche Sprosse, wie es scheint, nicht vorkommen.

---

[1]) Vergl. Heft II, pg. 26 et seq.

Wo sich beide Geschlechter an demselben Sprosse finden, da stehen die Archegonien in der Mediane der Dorsalseite des Sprosses oft über seine ganze Länge zerstreut, und in ihrer gegenseitigen Entfernung in Längs- wie Querrichtung durchaus regellos. Bald findet man sie einzeln, bald in Gruppen vereint, aber immer durchaus nackt und frei über die Sprossoberfläche emporragend. Die Antheridien nehmen dann die Seiten der Dorsalfläche ein und stehen jederseits in einer Längsreihe oder auch schief oder genau seitlich zu zwei nebeneinander und so die Archegonienzeile an beiden Seiten begrenzend. An rein männlichen Sprossen aber erscheinen sie bis in die Sprossmediane hineingerückt, nehmen also auch die Stellen ein, die an monöcischen Sprossen den Archegonien reservirt sind, und überdecken somit die ganze Dorsalfläche des Sprosses.

Die Antheridien sind ganz in das Stengelgewebe versenkt. Es erhebt sich dasselbe über die Sprossoberfläche in Form eines kegelförmigen Wärzchens, welches an seiner Spitze die Mündung der Höhlung zeigt, an deren (basiscopem) Grunde das Antheridium[1]) auf einem sehr kurzen Stiele inserirt ist. Die die Mündung umgebenden Zellen sind öfters sehr stark verlängert, und bilden dann ein das Wärzchen krönendes Zäpfchen, das von jenem ziemlich scharf abgegrenzt ist. (Fig. 6.)

Die Anlagen beider Arten von Geschlechtsorganen lassen sich bis in den Sprossscheitel hinein verfolgen, und es wird sofort klar, dass sie sich aus den dorsalen in die Blattbildung nicht eintretenden Segmenttheilen bilden (Fig. 1). An monöcischen Sprossen erkennt man weiters sofort, dass die Archegoniumanlagen höher am Scheitel hinaufreichen, als die der Antheridien.

Es ist dies eine Thatsache, die in zweifacher Beziehung bemerkenswerth ist. Sie erklärt uns einmal die Vertheilung der Geschlechtsorgane an monöcischen Sprossen. Da nämlich die Antheridien später, also von dem Scheitel entfernter angelegt werden als die Archegonien, und diese in der Mediane stehen, so bleiben für jene nur mehr die seitlichen Stellen übrig, während dort, wo es nicht zur Anlage von Archegonien gekommen ist (wie an rein männlichen Sprossen) für die Antheridienanlagen die ganze Breite der Sprossrückenfläche zur Disposition steht.

Dieses frühere Auftreten der Archegonien gegenüber den Antheridien bei *Androcryphia* (und *Fossombronia)* ist aber weiters auch von hohem Interesse im Vergleich zu den entsprechenden Vorgängen bei den »foliosen Jungermannieen". Auch dort treten, wie ich seinerzeit erwähnte, die Archegonien früher auf, als die Antheridien. Aber die akropetale Entwicklungsbewegung, die ich diesbezüglich für alle Muscineen annehme[2]), ist dort schon weiter vorgeschritten. Dort haben die Archegonien schon die unmittelbar an die Scheitelzelle angrenzenden Segmente erreicht, es wird selbst die Scheitelzelle in deren Anlage

[1]) In seltenen Fällen findet man deren zwei in einer gemeinsamen Höhlung.
[2]) Heft II, pg. 51.

einbezogen und das Spitzenwachsthum des Sprosses hat damit seine Grenze erreicht, während die viel später auftretenden Antheridien ein Längenwachsthum des Sprosses in keiner Weise stören [1]).

Das letztere ist nun bezüglich der Archegonien auch bei *Androcryphia* der Fall. Die Anlage der Archegonien stört das Längenwachsthum des Scheitels in keiner Weise, und daher finden wir sie auch, wie bei *Fossombronia* und *Blasia* über die ganze Sprosslänge zerstreut.

Ich habe schon oben erwähnt, dass beide Arten von Geschlechtsorganen sich aus den dorsalen Segmentstücken, die bei der Blattbildung nicht verwendet werden, entwickeln. Sie werden zuerst sichtbar in der Form halbkugeliger, über die Sprossoberfläche hervorgewölbter Zellen, und sie lassen sich in diesem Stadium in keiner Weise von einander unterscheiden. Aber wenig später, und bevor noch in der kopfförmigen Endzelle die jedem Organe eigenthümlichen Zelltheilungen eintreten, sind sie schon scharf von einander unterschieden.

Die zu Antheridien werdenden Anlagen charakterisiren sich nämlich dadurch, dass die die kopfförmige Endzelle abschnürende Querwand, durch welche auch schon die Trennung in Antheridienstiel und -Körper vollzogen ist, tief unter der Oberfläche auftritt, so dass die zum Antheridiumkörper werdende Zelle nur mit ihrer oberen Hälfte über die Sprossoberfläche hervorragt (Fig. 2). Wenig später erheben sich die unmittelbar der Antheridiummutterzelle anliegenden Zellen in Form eines derselben innig anliegenden Ringwalles (Fig. 3) und überwölben dieselbe in kurzer Zeit, am Scheitel nur eine enge Mündung freilassend (Fig. 4). Durch weiteres Wachsthum bildet sich endlich aus der anfangs flachen kuppenförmigen Ueberwölbung ein stumpf kegelförmiges über die Sprossoberfläche hervorragendes und etwas nach der Sprossspitze geneigtes Gebilde (Fig. 6), das später (aber nicht immer) durch starke Streckung der an seiner Spitze gebogenen und die Mündung des Canales umsäumenden Zellen einen stiftförmigen Anhang erhält.

Das Antheridium entwickelt sich anfangs in der für die Jungermannieen typischen Weise (Fig. 3 u. 4). In der Entwicklung weiter vorgeschrittene Antheridien zeigen aber manche sich von der typischen Form unterscheidende Abweichungen: So ist der Antheridienkörper meist ellipsoidisch (nicht rund) und die Insertion des sehr kurzen Stieles ist entfernt von einem Pole, so dass die Stielaxe die Längsaxe des Antheridiumkörpers unter spitzem Winkel schneidet (Fig. 5). Es ist dies offenbar Folge davon, dass das junge Antheridium nach seiner Versenkung ins Gewebe durch die nun stattfindende Sprossstreckung in seiner Wachsthumsrichtung beeinflusst wird. In letzterem Vorgange liegt auch der Grund, dass der Antheridiumstiel im hinteren Ende der Höhlung inserirt erscheint.

---

[1]) Was aber wohl bei vielen Laubmoosen *(Fontinalis, Sphagnum)* der Fall ist. Vergleiche Heft II, pg. 52.

Die Archegonien halten in ihrer Entwicklung den normalen Typus ein. Sie bleiben ganz über der Sprossoberfläche, und stehen, wie schon oben erwähnt, entlang der Sprossmediane, bald gedrängter, bald weiter von einander entfernt. Sie sind schon in der Gipfelknospe ausgewachsen und befruchtungsreif, also schon zu einer Zeit, wo sie noch von den Blättern umhüllt sind, wo also eine Sprossstreckung noch nicht stattgefunden hat.

Wird eines derselben in diesem Stadium befruchtet, so beginnt nun um dasselbe die Bildung des »Perianths,« doch so, dass auch die benachbarten und nicht befruchteten Archegonien von demselben umfasst werden. Aber auch die Sprossstreckung unterbleibt an dieser Stelle und wie es scheint, hält auch die Gipfelknospe eine Zeitlang in der Entwicklung inne, um erst später das Längenwachsthum wieder aufzunehmen.

Das eben Gesagte ergab sich mir aber nicht durch lückenlose Verfolgung der betreffenden Entwicklungsstadien, die mir fehlten, sondern ist, wie ich glaube, die einzig denkbare Annahme, um die Stellung und Ausbildung des entwickelten Fruchtstandes zu erklären.

Es ist einmal gewiss und (nach der Anlage der Archegonien) selbstverständlich, dass der Fruchtstand vom Scheitel (wenn auch um weniges) entfernt sich bilden muss. Dass aber mit seiner Bildung der Spross sein Längenwachsthum nicht für immer einstellt, ergibt sich daraus, dass man Fruchtstände entfernt vom Scheitel ja selbst in tieferen Sprosstheilen findet[1]). Da nun aber die Archegonien sich schon in der Gipfelknospe öffnen und weiters schon wenig unterhalb derselben ziemlich vorgeschrittene Fruchtanlagen sich finden, so muss der Beginn der Fruchtbildung noch in der Gipfelknospe stattfinden, in einer Region also, wo noch keine Sprossstreckung stattgefunden hat, und wo daher die Archegonien noch gedrängt bei einander stehen. In dieser gedrängten Stellung dürfte auch zweifellos der Grund liegen, dass nicht blos das befruchtete Archegonium, sondern auch die diesem zunächst stehenden innerhalb des sich bildenden Perianths zu liegen kommen.

An Perianthien, welche an älteren Sprosstheilen sich finden, sieht man ganz deutlich, dass bei ihrer Bildung die Blätter in keiner Weise betheiligt sind, eine Thatsache, die sich einfach auch schon daraus ergibt, dass in der Knospe die Blattinsertionen weit von den Insertionen der Archegonien entfernt liegen (Fig. 1). Es ist also hier, ganz so wie bei *Fossombronia* das Perianth ein Product des Gewebes der Sprossrückenfläche und seine Bildung ist hier wie dort nur Folge der stattgehabten Befruchtung.

Die Kalyptra ist sehr zart (wahrscheinlich immer nur einschichtig), aber sehr gross. Ueber ihre ganze Oberfläche zerstreut findet man die unbefruchteten Archegonien.

Eine Kapsel zu untersuchen, hatte ich nicht Gelegenheit. Nach den Autoren springt sie theils regelmässig, theils unregelmässig auf.

[1]) *Hooker* (l. c. pg. 446) sagt freilich: »Involucrumterminale,« aber seine Abbildung zeigt dasselbe ganz deutlich dorsal.

13. Petalophyllum. Taf. IX.

Ein vollständiges Pflänzchen von *P. Preissii* zeigt in seiner Längsstreckung drei von einander wesentlich verschiedene Theile: Der unterste Theil zeigt die Form eines keulenförmigen fast ringsum mit rothbraunen Rhizoiden besetzten Körpers, der in Ansicht auf die Dorsalseite des Pflänzchens von dem mittleren flächenartig entwickelten Theil ziemlich scharf abgegrenzt ist. In Ansicht auf die Ventralseite erkennt man, dass der untere keulenförmig entwickelte Theil sich in den mittleren hinein als eine sehr mächtige und vorspringende Mittelrippe fortsetzt, an welcher sich rechts und links die flächenartig entwickelte Frons ansetzt. Dieser mittlere Theil des Pflänzchens ist in der Regel so lang als breit, und da derselbe wegen seiner überwiegenden Entwicklung fast allein den Habitus des Pflänzchens bestimmt, erscheint dieses kreisrund und wurde zu wiederholten Malen auch so beschrieben. An diesen mittleren Theil setzt sich nun der vordere in Form eines walzenförmigen Zäpfchens an. Wieder zeigt die Ansicht auf die Ventralseite, dass auch dieser Theil eine Fortsetzung der Mittelrippe ist. Oefters zeigen sich am Vorderrande zwei divergirende Fortsätze, die sich leicht als von der Mittelrippe ausgehende Gabelzweige erkennen lassen (Fig. 16 und 17).

Der untere stiel- (keulen-) förmige Theil bricht sehr leicht vom Pflänzchen los. Ich fand bei Auflösung und Durchmusterung eines Rasens mehrere solche isolirte Körper, deren Zusammenhang mit dem Pflänzchen mir erst später klar wurde. Weiters ist es ganz selbstverständlich, dass in einem gewissen Stadium der Sprossentwicklung auch der Spitzenfortsatz fehlen muss. Es entsprechen die so verschieden ausgebildeten Sprosstheile, wie *Lindberg*[1]) angibt, verschiedenen Vegetationsperioden.

Der ganze mittlere Theil ist an seiner Dorsalseite mit blattartigen aus einer Zellschichte bestehenden Lamellen besetzt, die vom Rande quer (oder schief) gegen die Sprossmediane verlaufen. Einige dieser Lamellen gehen vom Rande bis an die Mittelrippe, andere erreichen den Rand nicht; manchmal vereinigen sich zwei unmittelbar hintereinander stehende nach dem Rande hin, ein andermal sehen wir sie wieder durch niedere Längslamellen mit einander verbunden. Auch kommt es vor, dass zwei beiderseits und auf nahezu gleicher Höhe stehende Lamellen an der Mittelrippe mit einander verwachsen und so gewissermassen eine einzige sich über die ganze Breite des Pflänzchens hinziehende Lamelle darstellen. Die Lamellen sind nach der Sprossspitze hin umgelegt und der Frons anliegend, so dass bei gedrängter Stellung der Grund der einen Lamelle von dem freien Vorderrande der unmittelbare rückwärts stehenden gedeckt wird.

[1]) In »Manipulus muscorum secundus« pg. 389: Quum sub aestate ferias suas planta aget, laminam annotinam costatam excurit ex apice novam concamerationen profert et, nunc in arena salsuginosa et turfosa litoris marini fere tota immersa, investigationes molestas secura, ut bulbus, evitat;« etc. Es bezieht sich dies allerdings nur auf *P. Ralfsii*, aber es ist wohl kein Zweifel, dass es auch für *P. Preissii* gilt, welche Art ja ganz ähnlich gebaut ist.

Wenn man (das Pflänzchen in Rückenansicht betrachtet) den Uebergang des flächenartig entwickelten mittleren Theiles in die walzenförmige Sprossspitze untersucht, und namentlich den Verlauf des Fronsrandes nach dieser hin verfolgt, so überzeugt man sich leicht, dass der letztere sich in jenen hinein unmittelbar fortsetzt, und dort als ein beiderseits bis an die Spitze hin verlaufender Kamm erscheint. Dasselbe beobachtet man nach dem Sprossgrunde hin und nur mit dem Unterschiede, dass sich hier diese kammartigen Fortsätze allmälig verlieren, so dass der unterste Theil des Sprosses keine Spur derselben mehr erkennen lässt.

Dies alles zeigt uns, dass die verschiedene Form der drei Sprossabschnitte bedingt ist durch den Grad der Ausbildung der seitlichen Fronsanhänge, in der Weise also, dass der anfangs nur aus der Mittelrippe bestehende Spross später eine sehr stark entwickelte Fronsfläche ausbildet und endlich wieder zu der ursprünglichen Entwicklung zurückkehrt.

Ich glaube also, dass schon diese Beobachtung hinreicht, um die morphologische Natur dieses Laminartheiles des Sprosses ausser allen Zweifel zu stellen. Wir haben hier ganz dasselbe Verhältniss, wie wir es bei *Aneura, Pellia* etc. finden, wo ja in gleicher Weise die kurzen gedrungenen Triebe eine sehr breite Frons entwickeln, während die langgestreckten Frühjahrsprosse öfters in Folge des Mangels einer Fronsentwicklung fast stielrund aussehen [1]).

Mit dieser ungleichen Entwicklung des Laminartheiles geht Hand in Hand eine ungleiche Ausbildung der beiden Längshälften (der dorsalen und der ventralen) der Mittelrippe. Es wurde schon oben bemerkt, dass auch dort, wo wie im mittleren Sprosstheile die Lamina sehr stark entwickelt ist, die Mittelrippe an der Ventralseite sehr stark hervorspringt. An einem Querschnitte durch diesen Sprosstheil erscheint die Insertion der Lamina weit in die obere Hälfte der Mittelrippe gerückt und liegt mit deren Dorsalrande nahezu in einer Ebene (Fig. 13). Die Mittelrippe ist bis zu ihrem Uebergange in die Lamina mit Rhizoiden besetzt. Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse in dem oberen walzenförmigen Sprossende. Dieses ist, wie ebenfalls schon früher erwähnt, an seiner Dorsalseite und in seiner Mediane von einer Rinne durchzogen, als deren Ränder die unmittelbaren Fortsetzungen der Laminarränder erscheinen. Der kreisrunde Querschnitt (Fig. 15) zeigt an der der Dorsalmediane entsprechenden Stelle einen tiefen Einschnitt, und es reichen die Rhizoiden bis an dessen Rand hin. Aehnlich ist das Bild in dem unteren Sprosstheile zunächst seinem Uebergange in den mittleren Theil. Je weiter man nun mit den Querschnitten von dieser Stelle an nach dem Sprossgrunde fortschreitet, um so unscheinbarer

---

[1]) *Lindberg* (Manipulus muscorum secundus in »Notiser ur Sällskapets pro Fauna et Flora Fennica Förhandlingar« XIII. 1874, pg. 390) ist allerdings ganz anderer Ansicht: Laminam consideramus, ut a foliis succubis et longitudinaliter connexis aedificatam et cristas (unsere Lamellen) ut marginem inferiorem erectum, cui idem folii subpositi non adhaeret, sed cum ipsa lamina folii superpositi longius intra marginem ejus connatus est.

wird der der Dorsalrinne entsprechende Einschnitt, bis er endlich ganz verschwindet und der nun einen vollen Kreis darstellende Querschnitt scheint ringsum mit Rhizoiden besetzt. Aus alledem geht hervor, dass in dem Masse, als die Entwicklung der Lamina zurück tritt, eine Bevorzugung des Dickenwachsthumes der ventralen Sprosshälfte gegenüber der dorsalen Platz greift. Dieses Ueberwiegen des Dickenwachsthumes der ventralen Sprosshälfte macht sich schon unmittelbar am Scheitel in hervorragender Weise dadurch geltend, dass der Scheitelpunkt in einer Spalte gelegen und häufig ganz nach der Sprossrückenseite gerückt erscheint, und somit der abgerundete Vorderrand des Sprosses von dessen Dorsalseite gebildet wird und daher auch dicht mit Rhizoiden besetzt erscheint (Fig. 18).

Ich habe schon oben erwähnt, dass die Dorsalseite der Frons mit Lamellen besetzt ist, welche vom Laminarrande gegen die Mittelrippe verlaufen. Sie sind am Laminarrande am niedrigsten, werden dann allmälig höher, nehmen aber wieder gegen die Mittelrippe successive an Höhe ab und laufen an derselben ganz unmerklich aus, wobei ihre Insertion schief grundwärts verläuft, so dass sie diesbezüglich den herablaufenden Blättern der *Fossombronia* und anderer mit schiefen Blattinsertionen versehener Lebermoose gleichen. In der Regel ist die Lamelle continuirlich, öfters aber ist sie in zwei (seltener in mehrere) isolirte Lappen aufgelöst, deren Zusammengehörigkeit man aber leicht erkennen kann. Es sind diese Lamellen auch an den Sprosstheilen mit unentwickelter Lamina (dem Vorder- und Hinterende) erkennbar. Sie erscheinen hier in der der Sprossrückenfläche entsprechenden medianen Rinne als querstehende Schüppchen (Fig. 18), die öfters ziemlich regelmässig alterniren.

Es wurde schon von *Gottsche*[1]) die Beobachtung gemacht, dass männliche und namentlich junge Sprosse öfters fast wie die Sprosse von *Fossombronia pusilla* aussehen. Ich habe solche Sprosse bei *Pet. Preissii* ebenfalls gefunden. Sie gleichen ganz den Fossombroniasprossen, haben vollkommen getrennte, sehr schief inserirte unterschlächtige Blätter (Fig. 19). Ein Querschnitt durch solche Sprosse (Fig. 14) zeigt, dass die Insertionen der vorderen Blatthälften weit an die Ventralseite des Sprosses reichen, und dass nur ein kleiner (unterer) Theil der Sprossperipherie mit Rhizoiden besetzt ist. Es rühren diese Erscheinungen wohl zweifellos daher, dass hier ein viel geringeres Dickenwachsthum der unteren Sprosshälfte stattgefunden hat.

Wie aber lassen sich nun die beiden so verschiedenen Sprossformen in Uebereinstimmung bringen? Es muss vorerst betont werden, dass die *Lindberg*'sche Annahme, die continuirliche Lamina der frondosen Form, als durch Verwachsung der Blätter entstanden zu erklären, durchaus unhaltbar ist. *Lindberg* nimmt an, es würde der Vorderrand des unterschlächtigen Blattes mit der ihn deckenden Fläche des unmittelbar höher stehenden

[1]) Synopsis Hepaticarum pg. 472.

Blattes verwachsen, dessen hinter der Verwachsungsstelle liegender Theil (der Hinterrand des Blattes) sich aufrichte, und als Lamelle erscheine. Es ist kein Zweifel, dass durch diesen Vorgang allerdings eine mit alternirend zweizeilig gestellten Lamellen besetzte Lamina in die Erscheinung treten müsste, wobei es aber jedenfalls im hohen Grade auffallend wäre, dass der Seitenrand der durch die Verwachsung der Blätter gebildeten Lamina so durchaus ungetheilt erscheine, und nicht mit den den einzelnen Blättern entsprechenden mehr oder minder tiefen Einschnitten versehen sein sollte.

Aber in welcher Weise sollte denn eine solche Verwachsung zu Stande kommen? Nach der Analogie mit *Fossombronia* und nach dem Bau und dem Wachsthume der oben besprochenen mit deutlichen Blättern versehenen Form von *Pet. Preissii* müssen wir jedenfalls annehmen, dass das Spitzenwachsthum und auch die Anlage der Blätter bei dieser mit Lamellen versehenen Form in gleicher Weise erfolge, dass also die Lagerungsverhältnisse im Scheitel bei beiden Formen dieselben seien. Wenn nun weiters eine Verwachsung der Blätter stattfinden soll, so kann sie nur im Scheitel vor sich gehen, da wir doch unmöglich annehmen können, dass die Blätter, welche ihr Randwachsthum schon ziemlich früh abschliessen und dann nur mehr durch basilares Wachsthum ihre Fläche vergrössern, erst nach der durch die Sprossstreckung erfolgten Lagenveränderung in die Verwachsung eintreten könnten, da in diesem Stadium und schon früher die Blattränder aus Dauerzellen bestehen. Nun entspricht weiters der Vorderrand eines Blattes der ventralen Segmenthälfte (d. h. er geht aus dieser hervor), der Hinterrand der dorsalen. Die *Lindberg*'sche Erklärung würde also die Annahme voraussetzen, dass im Scheitel eine aus dem ventralen Segmenttheile sich entwickelnde Zelllage mit einer aus dem dorsalen Theile des spitzenwärts anliegenden Segmentes hervorgehenden eine Verwachsung eingehen könne, das also Theile verwüchsen, die in der Knospe räumlich von einander getrennt liegen.

Ich möchte im folgenden eine andere Erklärung versuchen: Ich erinnere vorerst daran, dass ich oben nachgewiesen zu haben glaube, dass die sich beiderseits an die Mittelrippe ansetzende Laminartheile den ähnlichen Bildungen bei *Pellia, Metzgeria* etc. verglichen werden kann, die ja auch dort je nach dem Wachsthume der Sprosse in grösserer oder geringerer Entwicklung auftreten können. Namentlich bei *Umbraculum* sehen wir ja den unteren Theil der Sprosse stielrund (auf die Mittelrippe beschränkt), den oberen fächerig verzweigten aber ähnlich wie die Metzgeriasprosse entwickelt. Weiters bemerkte ich, dass auch an den stielrunden Sprossfortsätzen von *Petalophyllum* diese Lamina noch erkennbar ist, als ein beiderseits am Rande der Dorsalrinne verlaufender Saum, dessen unmittelbarer Uebergang in die verbreiterte Lamina an den betreffenden Stellen direct verfolgt werden kann. Ich erwähnte ferner, dass auch an diesen stielrunden Sprossfortsätzen die Lamellen vorhanden und als in der Dorsalrinne gelegene kleine Schüppchen erkennbar sind. Es sind diese Schüppchen in ausgewachsenen Sprosstheilen allerdings quergestellt; weiters gegen die

Spitze hin werden aber ihre Insertionen schiefer[1]), wobei der der Sprossmediane nähere Rand als der tiefere, weiter grundwärts liegende, erscheint. Sie haben hier also ganz die Lage der Blätter von *Fossombronia*, und ich stehe nicht an, diese Schüppchen und somit auch die Lamellen für die eigentlichen Blätter der Pflanze zu erklären. Es bestimmt mich dazu noch der Umstand, dass ich im Scheitel selbst ein paarmal Bilder erhielt, die auf ein mit *Fossombronia* übereinstimmendes Spitzenwachsthum hinwiesen (Fig. 10), und dass ich der Lage der Segmente entsprechend, auch die Blattanlagen zu erkennen glaubte[2]).

Ich nehme also an, dass der Sprossscheitel bei allen Sprossformen von Petalophyllum *Preissii* gleich gebaut ist, und dass er in Bezug auf Lage und Segmentirung der Scheitelzelle und Anlage der Blätter durchaus mit dem Sprossscheitel von *Fossombronia* übereinstimmt. So wie dort, wird auch hier nur der mediane Segmenttheil zur Blattbildung verwendet. Bei *Fossombronia* producirt die am ventralen Rande des (dreigetheilten) Segmentes gelegene Zelle ein Keulenhaar, das öfters an die Spitze eines blattartigen Läppchens zu stehen kommt. Auch dies ist bei *Petalophyllum* der Fall, und wir finden die diesen Keulenhaaren entsprechenden Gebilde in Form von gegliederten von einer Keulenpapille gekrönten Haaren auch an der Ventralseite von vom Scheitel etwas entfernten Sprosstheilen[3]). Die Ausbildung der Sprossscheitel kann nun in verschiedener Weise stattfinden: Wenn das Dickenwachsthum ringsum ziemlich gleich stark ist, so bilden sich die Sprosse ganz ähnlich den Fossombroniasprossen aus. Wenn aber das Dickenwachsthum der ventralen Segmenttheile, bei dem natürlich vor allem die am ventralen Rande gelegene Zelle betheiligt ist, in excessiver Weise überwiegt, so muss sich eine Dorsalrinne bilden, in welche die jungen Blätter versenkt und in der Entwicklung gehindert werden, so dass sie sich nur als kleine Schüppchen ausbilden können[4]). Bei diesem überwiegenden Wachsthume des ventralen Scheiteltheiles kann nun aber noch eine andere Modification Platz greifen. Denken wir uns nämlich, dass mit dem Dickenwachsthume zugleich auch ein starkes Flächenwachsthum

[1]) Es darf nicht vergessen werden, dass der Scheitel in Folge des überwiegenden Ventralwachsthumes ganz auf der Rückenfläche liegt (Fig. 18), er also bei horizontaler Sprossanlage in Spitzenansicht gesehen wird, in gleicher Weise wie bei *Fossombronia* (vergleiche pg. 105) in Folge der starken Krümmung des Sprossendes.

[2]) Ich benutzte zu meinen Untersuchungen ausschliesslich Herbarmaterial, das ich der grossen Freundlichkeit *Dr. Gottsche's* verdanke; und auch dieses war mir bei der grossen Seltenheit der Pflanze nur im beschränkten Masse zur Verfügung. Es ist das Herbarmaterial aber wie bei so vielen frondosen Jungermannieen zum Studium des feineren Details fast unbrauchbar, da die tief gebräunten Zellenwände ein Aufhellen des Präparates nur im geringen Grade gestatten, und da weiters der Scheitel in einer sehr schmalen und tiefen Rinne gelegen ist, und seine Zellen nach Anwendung von Kali bei der Präparation sehr leicht sich von einander trennen.

Alle Versuche aber, mir frisches Material zu verschaffen — waren leider vergeblich!

[3]) Ich fand öfters an dem laminalosen unteren (keulenförmigen) Sprosstheile blattartige Schüppchen, die offenbar mit diesen eben besprochenen Gebilden identisch sind. Ich habe eines derselben in Fig. 11 abgebildet.

[4]) Auch die schon oben berührte Thatsache, dass zwei beiderseits und auf nahezu gleicher Höhe stehende Lamellen mit einander verwachsen können, hat, auch bei Annahme ihrer Blattnatur, nichts Auffallendes, da solche Verwachsungen ja auch bei foliosen Jungermannieen (*Jung. concreta G., Chiloscyphus*-Arten) vorkommen.

eintritt, und dass dies schon unmittelbar am Scheitel stattfindet, so werden die jungen Blätter, die schon in Folge des Dickenwachsthums der ventralen Sprosshälfte mit ihren ganzen Insertionen auf die Dorsalseite des Sprosses (der Mittelrippe) gerückt wurden, diesem Flächenwachsthume folgen und somit ebenfalls in die Breite wachsen müssen, und sie werden sich quer über die ganze Fläche der verbreiterten Lamina erstrecken. Wir haben hier eigentlich ganz ähnliche Vorgänge in der Querrichtung des Sprosses, wie sie bei andern beblätterten Lebermoosen und namentlich bei denen mit sehr schiefverlaufenden Blattinsertionen in der Längsrichtung desselben stattfinden. Auch dort werden die basilaren Blatttheile und somit die Blattinsertionen in Folge des starken Längenwachsthumes (der Längsstreckung) des Sprosses in der Richtung dieses Längenwachsthumes vergrössert werden müssen, und die am Stengel herablaufenden Blattränder (folia decurrentia) sind ja nichts weiter, als der Ausdruck dieser Beeinflussung des Blattwachsthumes durch das Wachsthum des Tragorganes.

Auch die Blätter der Marchantiaceen können zum Vergleiche herbeigezogen werden. Ihr Verlauf an der Ventralseite des Sprosses ähnelt in vielen Beziehungen dem Verlaufe der Blätter von *Petalophyllum*, und wenn auch ihre Anlage aus dem Segmente eine andere ist, so haben die Vorgänge doch das Gemeinsame, dass in beiden Fällen die Blätter ganz auf einer Sprossseite liegen, und dass sich der sie tragende Stengel thallusartig in die Breite entwickelt [1]).

Petalophyllum (*Preissii*) zeigt zwei Formen der Auszweigung. Der Endverzweigung wurde schon oben Erwähnung gethan, und es ist wohl auch wahrscheinlich, dass dieselbe nach dem Typus von *Metzgeria* und *Fossombronia* erfolgt, also als Endverzweigung aus dem Segmente aufgefasst werden kann.

Wir finden aber auch intercalare Zweigbildung: An älteren Sprosstheilen nämlich — ebenso aus solchen mit unentwickelter als aus denen mit entwickelter Lamina — entspringen nicht selten seitlich an der Mittelrippe Seitensprosse, die anfangs keine Lamina entwickeln, dann aber öfters vollkommen die Ausbildung des Muttersprosses erreichen, oder die Form der Fossombroniasprosse annehmen. Ihre Anlage zu erforschen, gelang mir leider nicht.

---

[1]) Durch die Güte des Herrn *S. O. Lindberg* erhielt ich in letzter Zeit auch einiges Alkoholmaterial von *P. Ralfsii*. Die Verhältnisse sind hier ganz dieselben, wie bei *P. Preissii*, nur zeigen die Lamellen in der Regel einen schieferen Verlauf. Das Scheitelwachsthum aber ist von dem oben für *P. Preissii* als wahrscheinlich angegebenen, dadurch wesentlich verschieden, dass ich an dieser Art bestimmt die dreiseitig pyramidale Scheitelzelle erkannte. Es bilden sich da die Lamellen (Blätter) aus den seitenständigen Segmenten, also wie bei *Androcryphia*, und es entsteht der grösste Theil der Mittelrippe aus der Reihe ventraler Segmente, denen auch die Bildung der Keulenhaare (und ihrer Traggebilde) übertragen ist. Ist die oben gegebene Darstellung des Spitzenwachsthumes von *P. Preissii* richtig, so entsprechen die ventralen Segmentheile dieser Art in Bezug auf ihre Betheiligung am Aufbaue des Pflänzchens den ventralen Segmenten von *P. Ralfsii*. Es herrschen dann bezüglich dieser Verhältnisse zwischen den beiden Arten von *Petalophyllum* dieselben Beziehungen, wie zwischen *Fossombronia* und *Androcryphia* (Fig. 9).

Die männlichen Sprosse von *P. Ralfsii* zeigten mir sämmtlich eine entwickelte mit Lamellen besetzte Lamina[1]). Die Antheridien fanden sich im vorderen Theile, über die Dorsalfläche der Mittelrippe zerstreut, und eingesenkt in die Kammern eines zusammenhängenden aus ungleich hohen einschichtigen Kammerwänden gebildeten Fächerwerkes, in ähnlicher Weise etwa, wie bei *Mörkia*.

Wenn solche Sprosse ihren Scheitel zu einem walzigen (laminalosen) Fortsatze verlängert hatten, da fanden sich auch Antheridien bis an diesen hin, erschienen aber entfernter gestellt, und fast frei an der Sprossfläche liegend. Die Lamellen der Frons findet man häufig (doch nicht immer) mit den Wänden des Kammerwerkes verwachsen, so dass es dann in der That den Anschein hat, als ob dieses unmittelbar aus jenen gebildet wäre[2]), welche Vermuthung dann namentlich dadurch unterstützt wird, dass einzelne am weitesten nach der Seite gerückte Antheridien in der That nur von Lamellen gedeckt werden und geradezu als in deren Achseln stehend bezeichnet werden können.

Ich erkläre mir die Entstehung dieses Kammerwerkes in anderer Weise: In der noch in Antheridienbildung begriffenen Sprossspitze sieht man die Antheridienanlagen anfangs als papillenförmige Zellen frei über die Sprossoberfläche hervortreten. Bald nach ihrem Sichtbarwerden erhebt sich hinter jedem derselben und gesondert, ein halbringförmiger Wall von Zellen, der allmälig an Höhe zunimmt und so zu einem das Antheridium vom Grunde her deckenden Schüppchen heranwächst. Bei gedrängter Stellung der Antheridien (seitlich und hintereinander) verwachsen nun diese anfangs isolirt auftretenden Schüppchen in Folge des an ihrem Grunde fortschreitenden Wachsthumes mit einander und bilden nun secundär das oben beschriebene Fächerwerk. Wenn sich nun solche Schüppchen zunächst den Lamellen bilden, können sie natürlich auch mit diesen eine Verwachsung eingehen, und dann hat es freilich den Anschein, als sei das ganze Kammerwerk nur ein Product dieser Lamellen.

Es erfolgt also die Umhüllung der Antheridien von *Petalophyllum* ganz in gleicher Weise, wie bei *Mörkia, Aneura* und im gewissen Sinne auch bei *Blyttia;* sie ist Folge einer von der Blattbildung ganz unabhängigen Wucherung der Sprossoberfläche. Ziehen wir wieder *Fossombronia* zum Vergleiche herbei, so würden die das Kammerwerk von *Petalophyllum* zusammensetzenden Schüppchen dort ihr Analogon in jenen hie und da am Grunde und in der Nähe der Antheridien auftretenden blattartigen Lappen haben, die ich als eine Rückschlagsbildung auffasse.

Die weiblichen Sprosse tragen die Archegonien (bis zu 12) in Gruppen beisammen, die an der Dorsalseite der Mittelrippe stehen. Diese Archegonienstände, von denen an einem

[1]) *Gottsche* (Syn. Hep. pg. 472) erwähnt für *P. Preissii*, dass die männlichen Pflanzen in der Fossombroniaform erscheinen.

[2]) *Lindberg* (l. c. pg. 390) neigt dieser Meinung zu. Er sagt: »Stirpis masculae cristae lamellaeformes longius quoque decurrunt in receptaculum, ubi ad margines locellos nonnullos humiles conformant, intersepimentis ad basim globuli antheridialis subsessilis elevatis.

Sprosse mehrere hintereinander vorkommen können, sind von einer Hülle umgeben, die an der Aussenfläche flügelartige Vorsprünge und Leisten zeigt, wie wir dies an der Hülle von *Fossombronia* und *Blyttia* finden [1]). Häufig steht die Inflorescenz genau in der Sprossmediane, seltener nach dem Seitenrande der Mittelrippe hin, in welch' letzterem Falle dann die Hülle mehr oder weniger innig mit einer oder selbst zwei Lamellen verwachsen erscheint. Die Archegonien stehen in einer Grube, deren Rand eben in die Hülle sich fortsetzt.

Das befruchtete Archegon bildet seinen Bauchtheil zu einer grossen Kalyptra aus, um deren Basis herum die übrigen abgestorbenen Archegonien stehen.

Der Bau des Sporogons zeigt grosse Uebereinstimmung mit dem von *Fossombronia*. Der Sporogonstiel setzt sich auch hier in einem mächtigen Bulbus fort. Bei *P. Preissii* fand ich diesen abgerundet; bei *P. Ralfsii* erhebt sich aber derselbe etwas über die Insertion des Stieles, so dass eine freilich sehr kurze Scheide gebildet wird.

Auch die Verdickung der Kapselwand gleicht im Allgemeinen der von *Fossombronia*. Bei *P. Ralfsii* fand ich vorherrschend Halbringfasern, bei *P. Preissii*, wo die Verdickungsbänder überhaupt viel schwächer sind, erstrecken sich dieselben aber viel seltener auf die Tangentalwände und erscheinen daher vorzüglich nur auf den radialen in Form von querverlaufenden Leisten.

Sporen und Schleuderer stimmen bei beiden Arten ziemlich überein. Erstere, von der Grösse der Fossombroniasporen, haben ein mit netzartig angeordneten Leisten geziertes Exospor, letztere zeigen meist zwei hellgefärbte schmale Spiralbänder. Die Kapseln sind viel grösser, als die von *Fossombronia*, gleichen den letzteren aber vollkommen in der Art des Oeffnens. Auch hier zerreisst die Sporogonwand ganz unregelmässig in Platten, doch ist es auch hier so wenig wie bei *Fossombronia* einem Zweifel unterworfen, dass diese nahezu gleichgrossen Platten den Zellen einer bestimmten Zellgeneration entsprechen, die in einem mittleren Entwicklungsstadium des Sporogons die Kapselwand zusammensetzten [2]).

---

[1]) Diese flügelartigen Vorsprünge und Leisten sind es, welche von den Autoren als das Involucrum (»Perichaetium« Dumortier) bezeichnet wurden, während das sie tragende Gebilde als Perianthium aufgefasst wurde, in ähnlicher Weise, wie dies auch für *Fossombronia* angenommen wurde. So sagt *Gottsche* (Syn. Hep.) im Gattungscharakter: »Perianthium cum involucri foliolis connatum« und in der Beschreibung des P. Preissii: »Perianthium externe cum foliolis involucralibus concrescit et irregulari modo alas vel lamellas monstrat, quarum origo tamen libero apice proditur.«

[2]) Auch *Gottsche* (Syn. Hep.) gibt für die Kapseln eine »dehiscentia irregularis« an. Dagegen schreibt *Dumortier* (Hepaticae europ. in Bulletin de la soc. royale de bot. de Belgique T. XIV, 1874) von seiner Gattung *Codonia*: Capsula univalvis, ultra medium in segmentis quatuor irregularibus fissa, segmentis cancellatis apice lobatis.« In der dazu gehörigen Figur 2 (Tab. I) sieht man nun in der That eine bis über die Mitte vierklappig aufgesprungene Kapsel (wie sie übrigens auch für *Fossombronia* in Fig. 1 gezeichnet ist), deren Klappen an der Spitze gezähnt sind. Hat *Dumortier* wirklich einmal eine solche Kapsel gesehen, dann war es gewiss nur einer der vielen möglichen Fälle, die beim unregelmässigen Zerreissen vorkommen können, und durfte somit nicht in den Gattungscharakter aufgenommen werden. Die Zeichnung Fig. 2d, welche in der Tafelerklärung mit »segmentum unum cancellatum« erläutert wird, ist mir total unverständlich, da sie weder auf ein Segment (als solche werden früher doch die Klappen bezeichnet) noch auf eine Zelle passt. Jedenfalls ist die Beschreibung in der Synopsis Hepaticarum, die Herrn *Dumortier* nicht convenirt, weitaus besser.

Erklärung der Abbildungen.

Die nicht schematischen Figuren sind sämmtlich mit der Camera lucida entworfen. Die in ( ) stehenden Zahlen geben die Vergrösserung an.

Tafel I.

Aneura.

Fig. 1 (660). Ein Scheitel von *A. pinguis* in verschiedenen Ansichten. Es erscheinen zwei Seitensprosse angelegt, v: die Scheitelzelle des Hauptsprosses, v_1, v_2: Scheitelzellen der Seitensprosse. Vergl. Text pg. 42.

a: Scheitelansicht.

b: Längsansicht der Dorsalfläche.

c: Längsansicht der Ventralfläche.

Fig. 2 (350). Der Scheitel eines Sprosses von *A. multifida*, mit zahlreichen Sprossanlagen; v: deren Scheitelzellen. Die Kreise über den Scheiteln stellen Durchschnitte der Keulenhaare dar. Vergl. Text pg. 42.

Die Zahlen 1—5 zeigen die genetische Folge der aus der Scheitelzelle des Hauptsprosses (V) abgeschnittenen Segmente.

Fig. 3 (350). Ein ruhender Seitenspross von *A. palmata*. h: Keulenhaare.

Fig. 4 (350). Ein weiblicher Seitenspross von *A. palmata* mit Archegonanlagen. Vergl. Text pg. 45.

Fig. 5 (280). Scheitel eines jungen männlichen Sprosses von *A. palmata*, mit zwei Scheitelpunkten (v, v_1), von der Rückenseite gesehen. *A*: Höhlungen, in denen die Antheridien liegen.

Fig. 6—8 (350). Entwicklungszustände von Archegonien der *A. palmata*.

Fig. 9. Schema eines Sprossscheitels, die Anlage der Antheridienmutterzellen aus den Segmenten darstellend. Vergl. Text pg. 45.

Fig. 10. Seitenrand des Laubes von *A. multifida* mit einer ruhenden Sprossanlage.

Fig. 11 (160). Fruchtsack mit Hülle von *A. alterniloba*.

Fig. 12 (350). Ein Embryo derselben Pflanze.
Die Ansicht 12b stellt das mittlere Stockwerk (m) um 90° gedreht dar.
Fig. 13 (350). Ein älterer Embryo.
Fig. 14. Unterster Theil eines Embryo mit der gelappten Fusszelle.
Fig. 15 (350). Embryo einer *Aneura* (sp. ?) aus Neu-Seeland.
Fig. 16. Schema der Theilung eines Segmentes. Text pg. 41.

Tafel II.

Fig. 1—7 *Aneura.*

Fig. 1 (350). Embryo von *A. multifida.*
Fig. 2 (350). Ein älteres Stadium.
Fig. 3—6 (350). Keimungsstadien der Sporen von *A. palmata.*
Fig. 7 (280). Ein derselben Art angehöriges Keimpflänzchen.

Metzgeria.

Fig. 8 (160). Laubrand von *M. pubescens* nahe dem Scheitel. In den Flächenzellen wurden nur die Insertionen der Borstenhaare, (nicht diese selbst) gezeichnet.
Fig. 9 (350). Ansichten aus einer jungen Fruchtanlage von *M. furcata.*
a: Querschnitt durch den Kapseltheil.
b: Die gleiche Parthie im axilen Längsschnitte. Schnittrichtung nach den Wänden x . . y. w: Kapselwand; sp: Sporenraum.

Pseudoneura.

Fig. 10. Ein männlicher Spross mit Antheridienständen; schwach vergrössert, und von der Ventralseite gesehen. Vergl. Text pg. 51.
Fig. 11. Ein Stück desselben bei etwas stärkerer Vergrösserung.
Fig. 12. Ein weiblicher Spross mit zwei Fruchtanlagen; schwach vergrössert, von der Ventralseite gesehen.

Blyttia.

Fig. 13 (350). Ein Scheitel in Spitzenansicht. v: die Scheitelzelle. Links erkennt man den herüberneigenden Laubrand.
Fig. 14 (350). Eine Sprossanlage an der Ventralseite der Mittelrippe, nahe dem Scheitel. Vergl. Text pg. 80.
Fig. 15 (350). Eine Sprossanlange entfernter vom Scheitel. Die punktirte Linie zeigt die seitliche Begrenzung der Scheitelzelle v bei Einstellung unter die Oberfläche.

Fig. 16 (160). Dorsalansicht der Längshälfte eines männlichen Sprosses. Die von der Mittelrippe ausgehende, nach dem Laubrande (R) hin umgeschlagene Schuppe deckt ein junges Antheridium (*A*). Vergl. Text pg. 83.

Fig. 17 (350). Rand einer inneren Hülle aus einem abgestorbenen Archegonienstande. Vergl. Text pg. 84.

Fig. 18 (350). Eine Sprossanlage, wie Fig. 14 und 15.

Tafel III.

Fig. 1—19 *Pellia.*

Fig. 1, 2, 3, 5, 6, 7 *P. epiphylla*, Fig. 4, 8—18 *P. calycina.*

Fig. 1 (350). In Gabelung begriffener Sprossscheitel, von der Dorsalseite. h: Insertionsstellen von Keulenhaaren; M: Mittellappen. Die punktirten Linien treten bei tieferer Einstellung hervor.

Fig. 2 (350). Ein ähnliches Präparat. Die Gabelung ist weiter vorgeschritten. Es ist nur der rechts vom Mittellappen (M) gelegene Vegetationspunkt mitgezeichnet.

Fig. 3 (350). Präparat und Ansicht, wie in Fig. 1.

Fig. 4 (350). Vegetationsscheitel im verticalen Längsschnitte. Bei A eine Antheridiumanlage.

Fig. 5 (350). Stück eines Längsschnittes durch ein junges Sporogon. w: Kapselwand.

Fig. 6 u. 7 (350). Sporen im Längsschnitte.

Fig. 8—12 (280). Längsschnittansichten von unreifen Sporen.

Fig. 13 (280). Längsansichten einer Spore bei verschiedenen Drehungen.

Fig. 14 (350). Keimende Spore. (8 Tage nach der Aussaat).
Die gleichbezeichneten Wände entsprechen sich in allen drei Figuren.
a: Seitenansicht.
b: Seitenansicht (in Bezug auf a in der Richtung des Pfeiles x gesehen).
c: Spitzenansicht (in der Richtung des Pfeiles y).

Fig. 15 (160). Ein weiter vorgeschrittenes Keimungsstadium. Der Sporenkörper ist von dem hinzugewachsenen Theile deutlich abgegrenzt.

Fig. 16 (160). Ein noch weiter vorgeschrittenes Stadium.

Fig. 17 (350). Scheitel eines Keimpflänzchens in verschiedenen Ansichten.
a: Rückenansicht bei oberflächlicher,
b: bei tieferer Einstellung;
c: Spitzenansicht. (Die sich entsprechenden Zellen sind gleich bezeichnet.)

Fig. 18 (350). Ein ähnliches Präparat von der Bauchseite gesehen.

Fig. 19 (350). Spitzenansicht eines Keimpflänzchens, mit noch nicht verflachtem Scheitel.

Fig. 20—24. *Monoclea.*

Fig. 20. Eine weibliche Pflanze in natürlicher Grösse mit Geschlechtshüllen; bei h eine unvollkommene Hülle.

Fig. 21. Durchschnittsansicht der unvollkommen entwickelten Hülle h der früheren Figur. Vergl. Text pg. 65.

Fig. 22. Eine vollständig entwickelte Hülle im Längsschnitte mit eingeschlossenen abgestorbenen Archegonien. Vergl. Text pg. 63.

Fig. 23. (160). Ein reifes Archegonium mit Haarpapillen, genommen aus dem Grunde einer Geschlechtshülle. Vergl. Text pg. 67.

Fig. 24 (160). Eine junge (abgestorbene) Fruchtanlage.

Tafel IV.

Symphyogyna.

Fig. 1—3, 8—10 *S. rhizoloba;* Fig. 4—7 *S. sinuata.*

Fig. 1 (350). Sprossspitze im axilen Längsschnitte.

Fig. 2 (350). Ein ähnlicher Schnitt mit stärker entwickelten Randlappen.

Fig. 3 (350). Eine Sprossanlage, die sehr nahe am Scheitel des Muttersprosses und an dessen Ventralseite inserirt war.

Fig. 4 (350). Ein Sprossscheitel in verschiedenen Ansichten;
a: Oberflächenansicht der Ventralseite,
b: die Scheitelparthie bei gleicher Lage aber tieferer Einstellung,
c: die Scheitelparthie in Seitenansicht (im optischen Längsschnitte).

Fig. 5 (350). a: Scheitelansicht eines an der Ventralseite des Mittelnerven inserirten Sprosshöckers. Die punktirten Kreise bezeichnen die Insertionsstellen der von allen Seiten über den Scheitel zusammenneigenden Keulenhaare. Der Pfeil y zeigt die Richtung nach dem Scheitel des Tragsprosses.
b: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles x. Der optische Schnitt geht durch die Keulenhaare α und β (vergl. Fig. 5 a).

Fig. 6 (350). Eine Sprossanlage, etwas entfernter (c. 1 Mm.) vom Scheitel des Tragsprosses.
a: in Oberflächenansicht. Der Pfeil y zeigt die Richtung nach dem Scheitel des Tragsprosses.
b: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles x. Die gleichbezeichneten Zellen entsprechen sich in beiden Figuren.

Fig. 7 (350). Oberflächenansicht einer Sprossanlage an älteren Theilen des Tragsprosses. Vergl. Text pg. 72.

Fig. 8 (350). Ein abgestorbenes und abnorm gebautes Archegonium. Die punktirten Linien zeigen den Verlauf der Wände bei mittlerer Einstellung. Vergl. Text pg. 75.

Fig. 9 (350). Jugendzustand eines Archegoniums:
a: im axilen Längsschnitte,
b: in Spitzenansicht.

Fig. 10 (160). Ein reifes und geöffnetes Archegonium.

Tafel V.

Symphyogyna rhizoloba.

Fig. 1 (350). Freipräparirte zweizellige Fruchtanlage (0.048 Mm. lang).

Fig. 2 (350). Ein älteres Stadium in Oberflächenansicht.

Fig. 3 (350). Ein ähnliches Stadium, im optischen Längsschnitt. Die punktirte Wand erscheint bei Drehung des Embryo um 90°. Embryolänge: 0.09 Mm.

Fig. 4 (350). Ein noch älteres Stadium in Oberflächenansicht. Fig. 4b ist gegen 4a um 90° so gedreht, dass die hier rechts gelegene Seite zur Ansicht gelangte.

Fig. 5 (350). Ein Embryo (0.096 Mm. lang) in Oberflächenansicht. Fig. 5b ist gegen Fig. 5a um 180° gedreht. Die an der Fusszelle des Embryo fest anhaftende zerdrückte Zelle α ist wohl eine Zelle der Wand des Archegoniumgrundes.

Fig. 6 (350). Ein abnorm in die Dicke entwickelter Embryo im Längsschnitte.

Fig. 7 (280). Embryo, in dem die Fusszelle einmal quer getheilt war. (Bei Drehung um 90° war das Bild nicht verändert; in dem mittleren Stockwerke war also Quadrantentheilung eingetreten). Embryolänge: 0.105 Mm.

Fig. 8 (160). Ein verzweigter Embryo.

Fig. 9 (350). Ein 0.135 Mm. langer Embryo in verschiedenen Ansichten;
a: Oberflächenansicht,
b: bei gleicher Lage im optischen Längsschnitte gesehen,
c: gegen a um fast 90° gedreht.

Fig. 10 (350). Ein Embryo in Oberflächenansichten; seine Länge 0.129 Mm.
a: gesehen in der Richtung des Pfeiles 1 der Fig. 10 f.
b: „ „ „ „ „ „ 2
c: „ „ „ „ „ „ 3
d: „ „ „ „ „ „ 4
e: Embryo in Spitzen- (Scheitel-) ansicht.
f: bei gleicher Lage, optischer Querschnitt in der Höhe y—z.

Fig. 11. Fig. 12. Querschnitte durch den unteren Theil eines Embryo, deren Entwicklungszustände zwischen den in Fig. 10 und 13 dargestellten gelegen waren.

Fig. 13 (350). Oberer Theil eines etwas älteren Embryo,
a: in Oberflächenansicht,
b: bei gleicher Lage in mittlerer Einstellung,
c: im Querschnitte (vom Grunde aus gesehen).

Fig. 14 (350). Oberer Theil einer jungen Kapsel,
a: im Längsschnitte.
b: im Querschnitte.

Tafel VI.

Mörkia.

Fig. 1–5 und 11—14 *M. hibernica;* Fig. 6—10 *M. norvegica.*

Fig. 1 (540). Sprossscheitel in Spitzenansicht, bei Einstellung auf die Scheitelfläche. L: die durchschnittenen über die Scheitelfläche sich hinüberneigenden Laublappen; h: Insertionsstellen der Keulenhaare an der Ventralseite; A: junge Archegonien.

Fig. 2 (350). Der Sprossscheitel in Längsansicht seiner Ventralseite. (Die Kreise zeigen die Insertionsstellen der Keulenhaare.)

Fig. 3 (350). Ansicht des Sprossscheitels im verticalen Längsschnitte.

Fig. 4. Ansicht wie in Fig. 1, aber bei geringerer Vergrösserung. A: junge Archegonien; sch.: Schuppen.

Fig. 5 (350). Ein in Auszweigung (?) begriffener Sprossscheitel in Spitzenansicht.

Fig. 6. Eine männliche Pflanze in Ansicht auf die Rückenfläche. An der Mittelrippe ist die Stellung der Antheridien (durch Kreise) und der sie deckenden Schuppen (durch Linien) halbschematisch dargestellt. —

Fig. 7 (350). Scheitel eines männlichen Sprosses im verticalen Längsschnitte. A: junges Antheridium.

Fig. 8. Ein Spross mit stark entwickelten Laubflächen (Fig. 6) im Querschnitte.

Fig. 9 (540). Junge Archegonien.

Fig. 10. Spitzenansicht eines jungen Antheridiums.

Fig. 11 (350). Ein junger Embryo; in Fig. 11b gegen Fig. 11a um 90° gedreht. Embryolänge: 75 Mik.

Fig. 12—14. Weiter entwickelte Embryonen im axilen Längsschnitte.

Tafel VII.

Umbraculum flabellatum.

Fig. 1 (350). Längsschnitt durch den Scheitel eines Seitensprosses, der als stumpfer Höcker am Muttersprosse erkennbar war.

Fig. 2 (350). Ein ähnlicher Spross in Spitzen- (Scheitel-) ansicht. Der optische Schnitt geht etwas unter der Oberfläche, so dass die Keulenhaare und deren Insertionen über der Schnittfläche liegen. α: eine grössere Zelle und wahrscheinlich die Mutterzelle eines Seitensprosses. Vergl. Fig. 8.

Fig. 3. Ventralansicht des Vorderrandes einer Lacinie mit eben abgeschlossenem Spitzenwachsthume.

a: (280). An der Mittelrippe stehen alternirend zweizeilig die Keulenhaare.

b: (540). Der Scheitel bei gleicher Lage in mittlerer Einstellung. Die Scheitelzelle erscheint durch die Wand α quer getheilt.

Fig. 4 (350). Längsansicht des Scheitels einer eben in Gabelung begriffenen Lacinie. v: Scheitelzelle des Muttersprosses; v_1: die des Seitensprosses.

Fig. 5. Ansicht der Ventralseite eines Seitensprosses, an dem die Gabelzweige erster Ordnung angelegt sind. Im Winkel, welchen die beiden Nervenschenkel einschliessen, bemerkt man bei α einen Zellhöcker, dessen Scheitel mit Keulenhaaren, die von allen Seiten über denselben zusammenneigen und dicht aneinander liegen, bedeckt ist.

Fig. 6 (350). Der Zellhöcker α der Fig. 5 in Oberflächenansicht. Vergl. Text pg. 96.

Fig. 7 (350). Ein ähnlicher und gleichsituirter Zellhöcker in verschiedenen Ansichten.

a: In Oberflächenansicht.

b: Im Längsschnitte (Seitenansicht).

Fig. 8 (280). Scheitelansicht eines etwa 1 Cm. langen noch unverzweigten Seitensprosses. Der Schnitt tangirte eben die Scheitelfläche, so dass durch denselben die Insertionen der Keulenhaare abgetragen wurden. v: Sprossscheitelzelle; α: Sprossanlagen. Vergl. Text pg. 96.

Fig. 9. Verticaler Längsschnitt durch die Gabelungsstelle eines Sprosses und so geführt, dass der Gabelungswinkel halbirt, und der an dieser Stelle befindliche Archegonienstand im Längsschnitt getroffen wurde.

F: gemeinsames Fussstück der Gabelsprosse; der dasselbe durchziehende Mittelnerv ist blosgelegt,

sch: ein Gabelzweig,

i: Involucralschuppen,

a: Archegonien (abgestorben).

Fig. 10. Ein halbreifes Sporogon, durch einen ähnlichen Schnitt (wie in Fig. 9) im Längsschnitte getroffen.

P: innere Hülle (Perianthium); die übrige Bezeichnung wie in Fig. 9.

Fig. 11. Ein halbreifes Sporogon in Längsansicht, nach Flachlegung des Perianths. An der das Sporogon noch überdeckenden Kalyptra stehen zerstreut die abgestorbenen Archegonien.

Fig. 12. Querschnitt durch einen Gabelspross. An seiner Ventralseite und seitlich an der Mittelrippe inserirt, ist ein Antheridienstand im Längsschnitte getroffen. Jedes Antheridium (a) ist von einer Hülle umgeben. In der Mittelrippe des Tragsprosses verlaufen zwei Nervenschenkel (n), welche der nächst höheren Gabelung entsprechen.

Fig. 13. Der fächerförmig verzweigte Theil eines oberirdischen (männlichen) Sprosses, von der Ventralseite gesehen. Die Kreise zeigen die Insertionen der Antheridienstände an.

Fig. 14. Querschnitt durch den stielartigen unteren Theil eines Seitensprosses. R: Rückenseite.

Tafel VIII.

Fossombronia pusilla.

Fig. 1 (280). Ein Sprossscheitel in Spitzenansicht, um die gegenseitige Lage der Organe zu zeigen. I—VI: die Blätter, in ihrer genetischen Folge. Von der Bauchseite ragen über die Scheitelfläche Keulenhaare (h) herüber, die theils im Durchschnitte, theils in Längsansicht erscheinen. Die mit dem Zeiger II und III bezeichneten Haare (h) gehören mit dem den gleichen Zeiger tragenden Blatte demselben Segmente an. An der Rückenseite stehen in den Blattachseln Archegonien, deren Lage durch Kreise angedeutet ist. Die den Kreisen eingeschriebenen Zeiger beziehen sich auch hier auf die Zusammengehörigkeit mit den gleichbezeichneten Blättern.

Fig. 2 (540). Spitzenansicht eines Scheitels, um die räumlichen Beziehungen des Segmentes und des zugehörigen Blattes zu zeigen. Man erkennt, dass der dorsale Segmenttheil zur Blattbildung nicht verwendet wird.

Fig. 3 (360). Spitzenansicht eines Sprossscheitels mit einer Zweiganlage im Segmente IV. v: Scheitelzelle des Hauptsprosses.

Fig. 4 (540). Ein ähnliches Präparat. v: Scheitelzelle des Hauptsprosses; v_1: die der Zweiganlage.

a: in Spitzenansicht,

b: in Längsansicht von der Bauchseite (in der Richtung des Pfeiles y).

Fig. 5 (350). Der Scheitel eines ähnlichen Präparates. Das Segment, in welchem die Zweiganlage erfolgte (I) zeigt in seinem dorsalen Theile eine Antheridienanlage (α). Desgleichen auch das Segment II.

a: Querschnitt, etwas unterhalb der Scheitelfläche geführt.

b: im Längsschnitte und von der Ventralseite gesehen.

Fig. 6 (540).. Ein Sprossscheitel mit den drei jüngsten Segmenten.

a: Ansicht und Lage des Präparates entspricht vollkommen der Figur 2. Im Segmente I ist der Umriss des Blattes punktirt. Im Segmente II erheben sich zwei Zellen papillenartig über die Oberfläche. (Der Durchschnitt der Papillen ist durch punktirte Linien angedeutet.) Sie stellen die Blattanlage dar.

b: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles y. Der optische Schnitt geht durch das jüngste Segment, dessen erste Theilungen sichtbar werden. Der Zellcomplex y gehört dem Segmente I an.

Fig. 7 (350). Längsschnitt durch den Scheitel eines Sprosses mit Antheridienanlagen (A).

Fig. 8 (350). Ein Keulenhaar (das älteste der in Figur 1 im Querschnitt sichtbaren) mit seinen in Form eines Schüppchens über die Sprossoberfläche hervorragenden Tragzellen.

Fig. 9 (280). Ein befruchtetes Archegonium mit beginnender Bildung des Perianthiums.

Fig. 10 (350). Ein frei präparirter Embryo.

Fig. 11 (350). Ein älterer Embryo. Länge: 96 Mik.

a: Oberflächenansicht.

b: Der Embryo, gegen Figur a um 90° nach links gedreht; bei mittlerer Einstellung.

Fig. 12 (350). Spitzentheil eines etwas älteren Embryo.

a: im axilen Längsschnitte,

b: im Querschnitte.

Fig. 13 (350). Spitzentheil eines nach dem in Figur 11 dargestellten Typus aufgebauten Embryo.

a: in Oberflächenansicht,

b: bei gleicher Lage im axilen Längsschnitte.

Fig. 14 (350). Ein abnorm gebildeter Embryo im axilen Längsschnitte. Vergl. Text pg. 119.

Fig. 15—17 (160). Keimende Sporen.

Fig. 18 (350). Abnorm gebautes Antheridium mit sehr stark entwickelten und verlängerten Stielzellen.

Fig. 19. Ein Spross in Ansicht auf seine Rückenfläche, halb schematisch, um die Vertheilung der Geschlechtsorgane zu zeigen. Die Antheridien sind durch Punkte (.) die Archegonien durch Kreuzchen (†) in ihrer Lage angedeutet. ○ ist ein befruchtetes Archegonium mit Embryo und Perianthium. Unter diesem steht ein zweites befruchtetes Archegonium (mit dreizelligem Embryo). Das Perianthium ist als ein nach vorne offener Ringwall angedeutet, bei α steht ein blattartiges Schüppchen.

Tafel IX.

Fig. 1—8 *Androcryphia.*

Fig. 1 (350). Sprossscheitel in Spitzenansicht. v: Scheitelzelle. Die jüngsten Segmente (VIII u. IX) zeigen noch keine Blattanlagen; das Segment VII hat aus seiner ventralen Hälfte eine (im Querschnitt zweizellige) Blattpapille gebildet. Die Grenzen der Segmente IV u. V an der Dorsalseite sind durch stärkere Linien kenntlich gemacht. Von dem tiefer liegenden ventralen Segmente III sieht man nur den Durchschnitt der Keulenhaare (h). A: Antheridienanlage.

Fig. 2 (350). Junge Antheridie im Längsschnitt. a: erste den Antheridienkörper abtrennende Querwand.

Fig. 3 (350). Ein späteres Entwicklungsstadium in gleicher Ansicht.

Fig. 4 (350). Ein ähnliches Stadium in Spitzenansicht. Die punktirten Linien geben den Umriss und die Theilungen der Antheridie, die bei tieferer Einstellung sichtbar werden.

Fig. 5 (350). Längsschnitt durch eine ältere Antheridie. Die punktirten Linien zeigen die Begrenzung grösserer Zellcomplexe.

Fig. 6 (160). Seiten- und Oberflächenansicht einer Antheridienhülle.

Fig. 7 (350). Eine Sprossanlage in Scheitelansicht. v: ihre Scheitelzelle; b: Blattrudimente seitenständiger Segmente; h: Keulenhaare ventraler Segmente. B: Zellen des benachbarten Blattes. Vergl. Text pg. 122.

Fig. 8 (350). Eine ähnliche Sprossanlage im Längsschnitte. h: Keulenhaare der Ventralseite.

Fig. 9—19 *Petalophyllum.*

Fig. 9 (350). Sprossscheitel von *P. Ralfsii.* v: Scheitelzelle. Die an der Dorsalseite (R) stehenden Anlagen der Blätter (Lamellen) sind durch die aufgerichteten Ränder der Lamina (L) gedeckt. B: Ventralseite.

Fig. 10 (540). Scheitel von *P. Preissi.*

a: Ansicht auf die Scheitelfläche.

b: Seitenansicht in der Richtung des Pfeiles x. Die sich entsprechenden Zellengruppen sind gleich bezeichnet.

Fig. 11 (160). Eine Amphigastralschuppe. Vergl. Text pg. 130.

Fig. 12 (350). Junges Blatt von aussen und von der Fläche gesehen.

Fig. 13. Querschnitt durch einen Spross mit entwickelter Lamina.

Fig. 14. Querschnitt durch einen Spross, der ähnlich einem Fossombroniasprosse entwickelt war. (Vergl. Fig. 19.)

Fig. 15. Querschnitt durch einen Spross mit unentwickelter Lamina, und mit überwiegender Entwicklung der ventralen Sprosshälfte. d: Dorsalrinne.

Fig. 16. Ein vollständiges Pflänzchen von *P. Preissii*.

Fig. 17. Ein ähnliches Pflänzchen mit zwei Gabelästen.

Fig. 18. Sprossspitze aus Figur 16, stärker vergrössert.

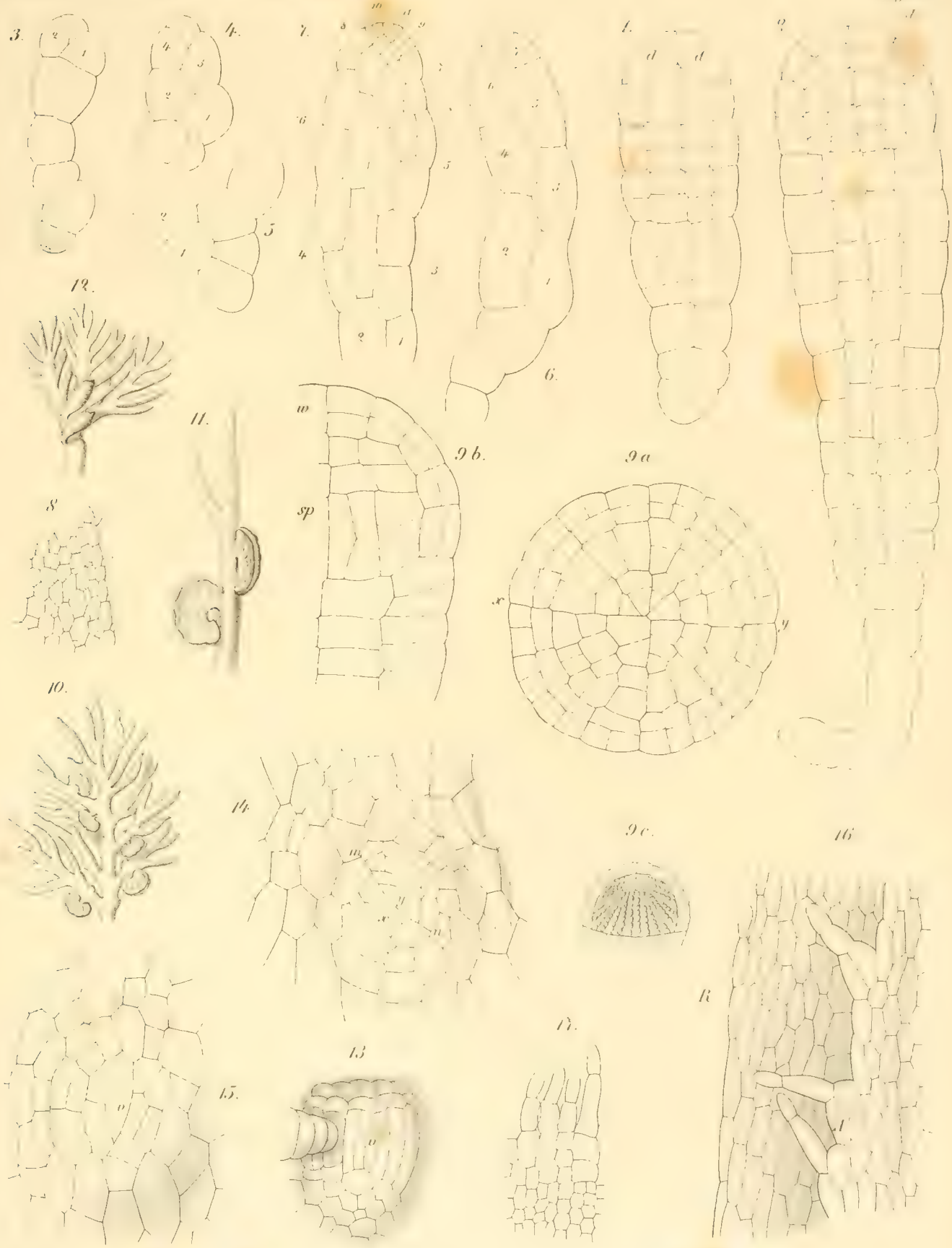
Fig. 19. Ein Spross mit schiefen Blattinsertionen (Fossombronia ähnlich). (Die Figuren 13 bis 19 sind halb schematisch.)

Weimar. — Hof-Buchdruckerei.

Leitgeb. gez.

Ancura.

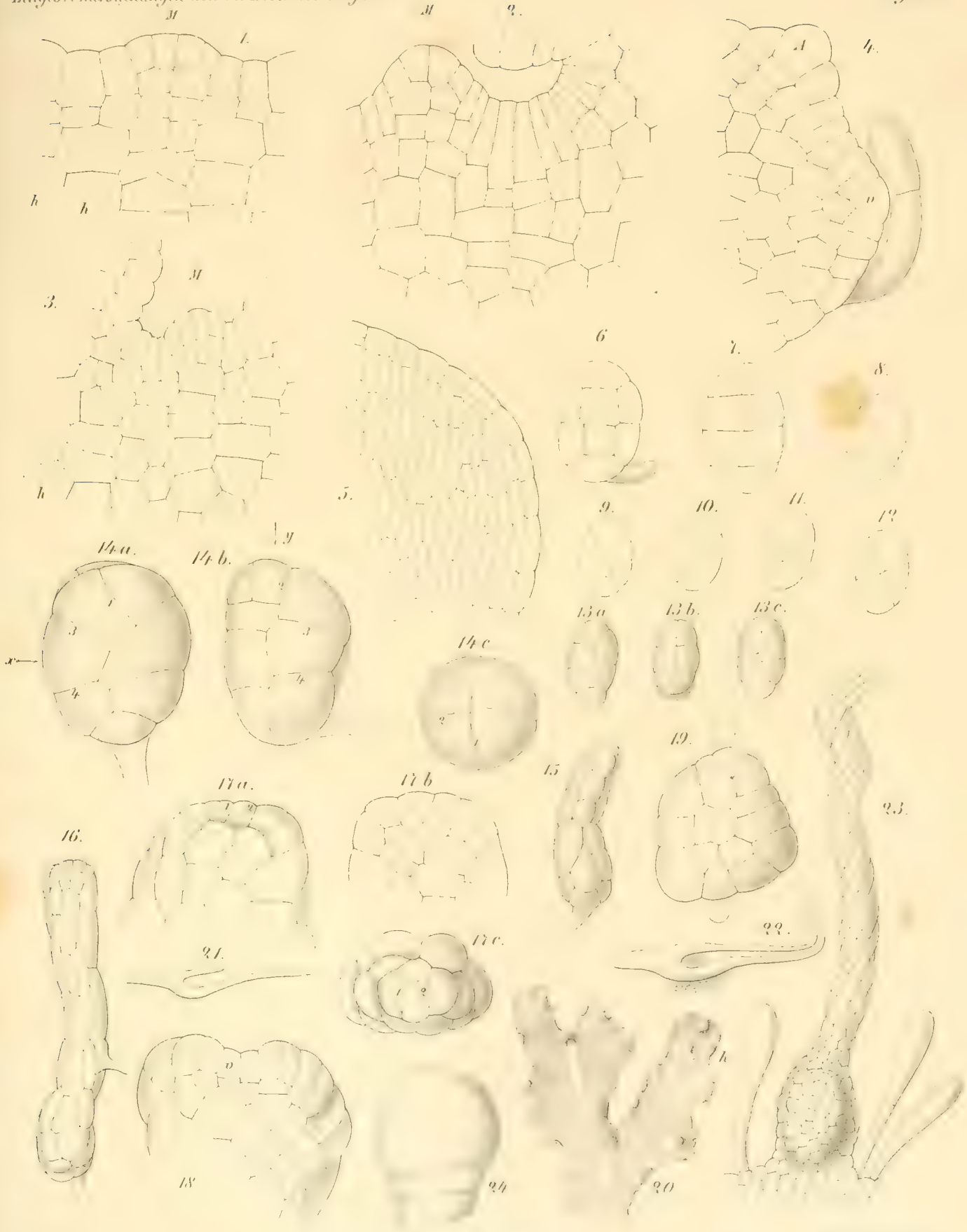
Lith. von Lenz



Leitgeb ges.

Metzgeria, Aneura, Pseudoneura, Blyttia.

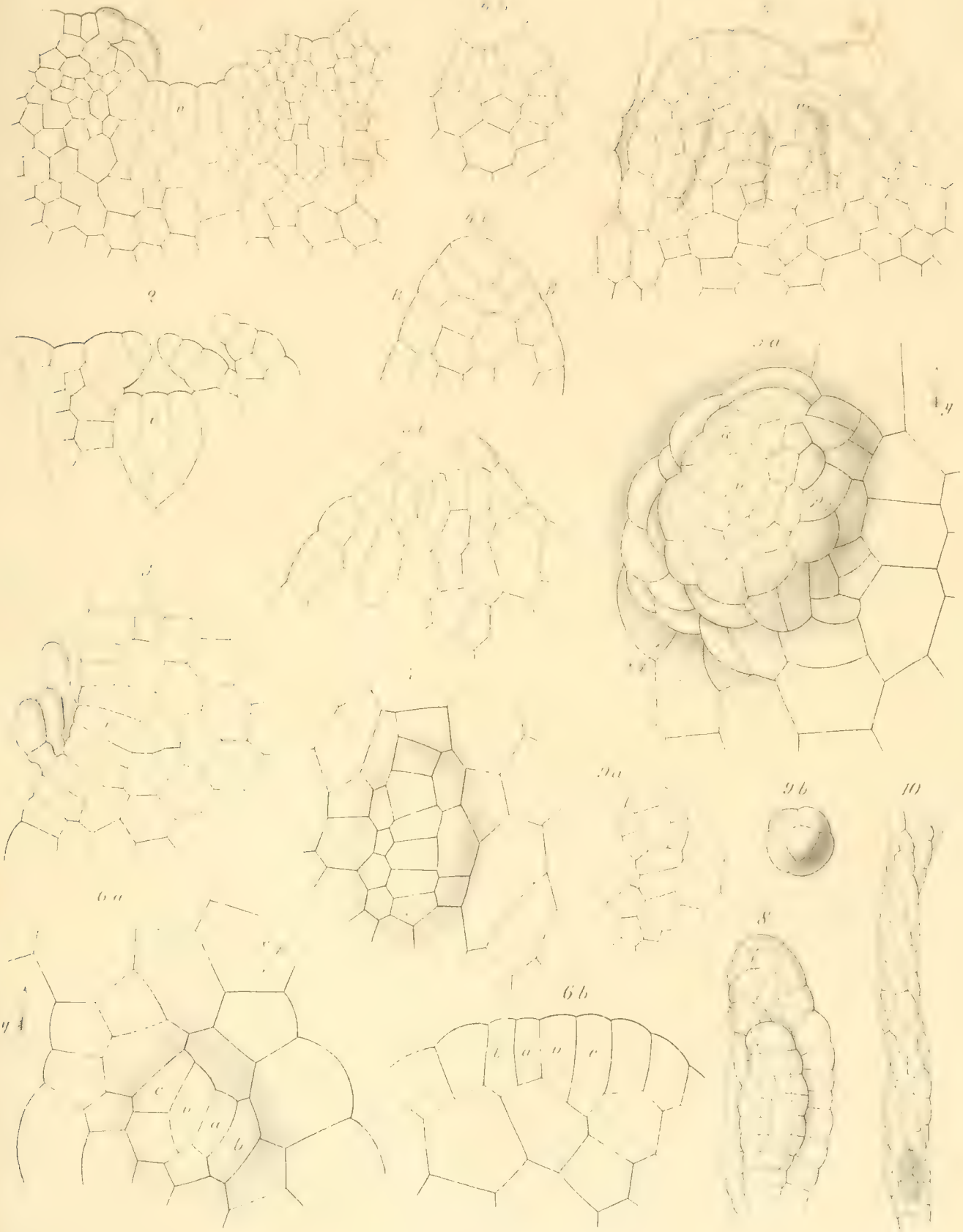
Lith von Lanz



Leitgeb. ges.

Pellia, Monoclea.

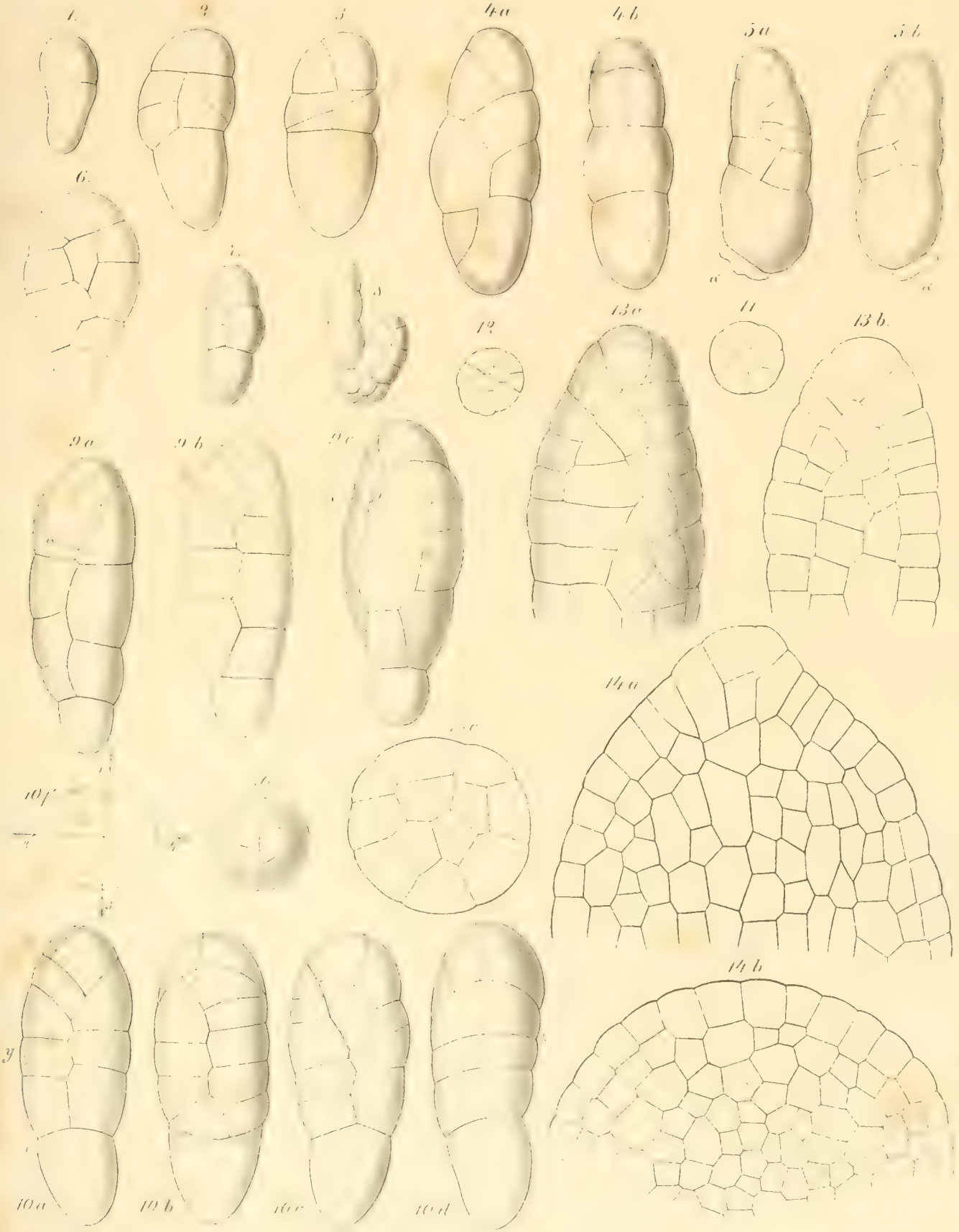
Lith. von Lanc



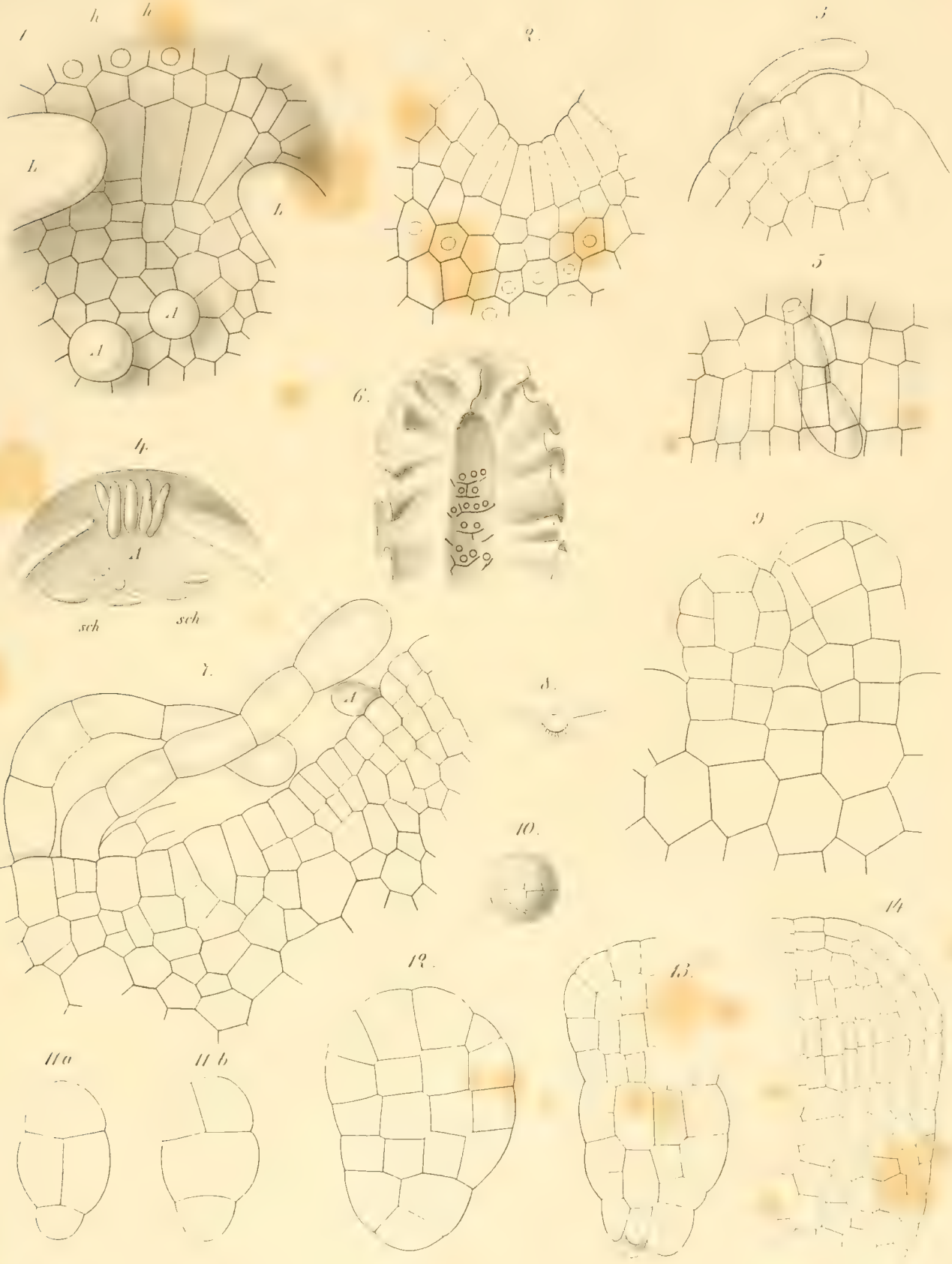
Leitgeb gez.

Symphyogyna.

Lith. von [illegible]



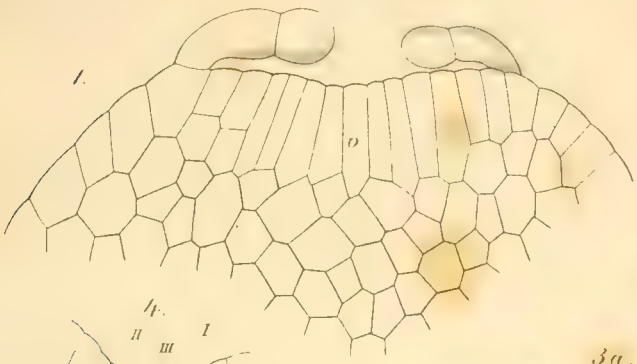
Symphyogyna



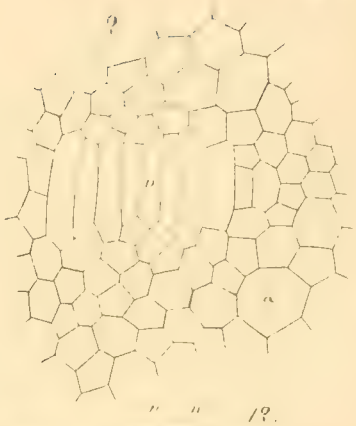
Leitgeb ges.

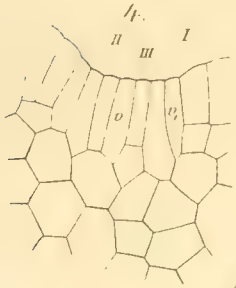
Mörkia.

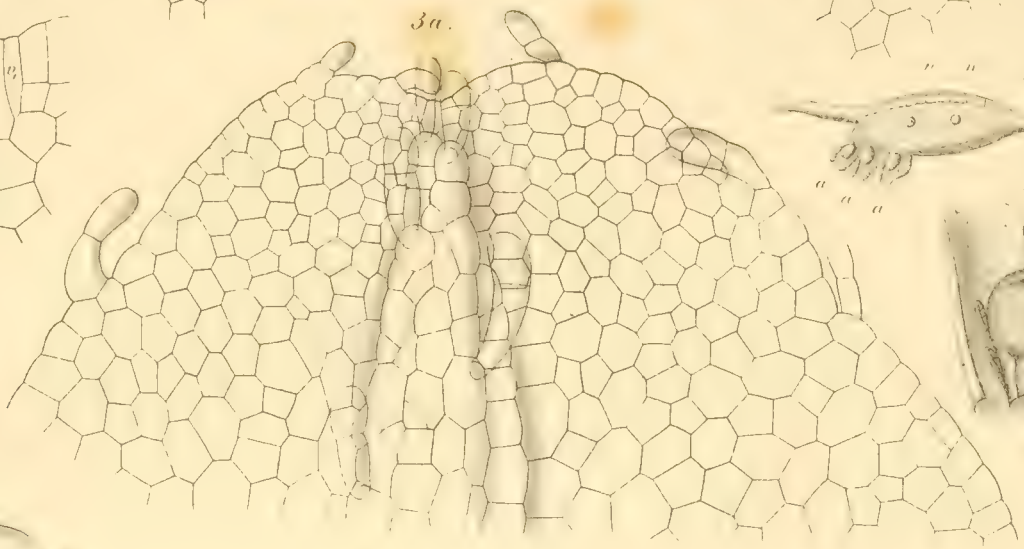
Lith. von Lo...


1.
o

2.
a
sch
F


9.
n
a

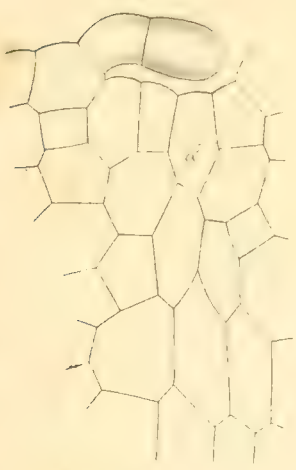

4.
II
III
I
o
o

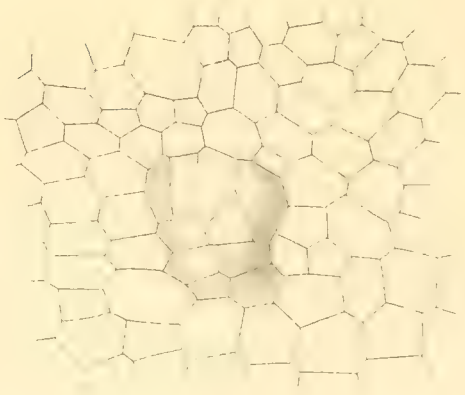

3a.

12.
a
a
a

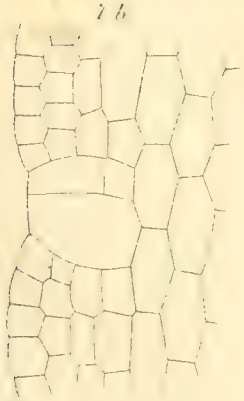
11.
P

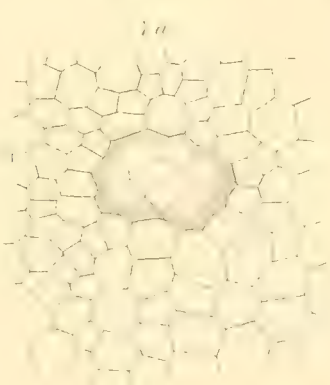
5.
a


3b.
a

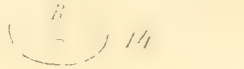

6

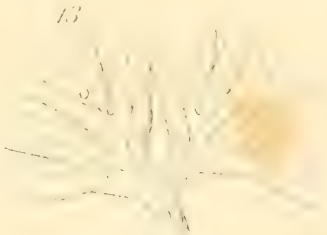
8.
r
b d
v ml
a
d
m
n


7b


7a

10
P
F

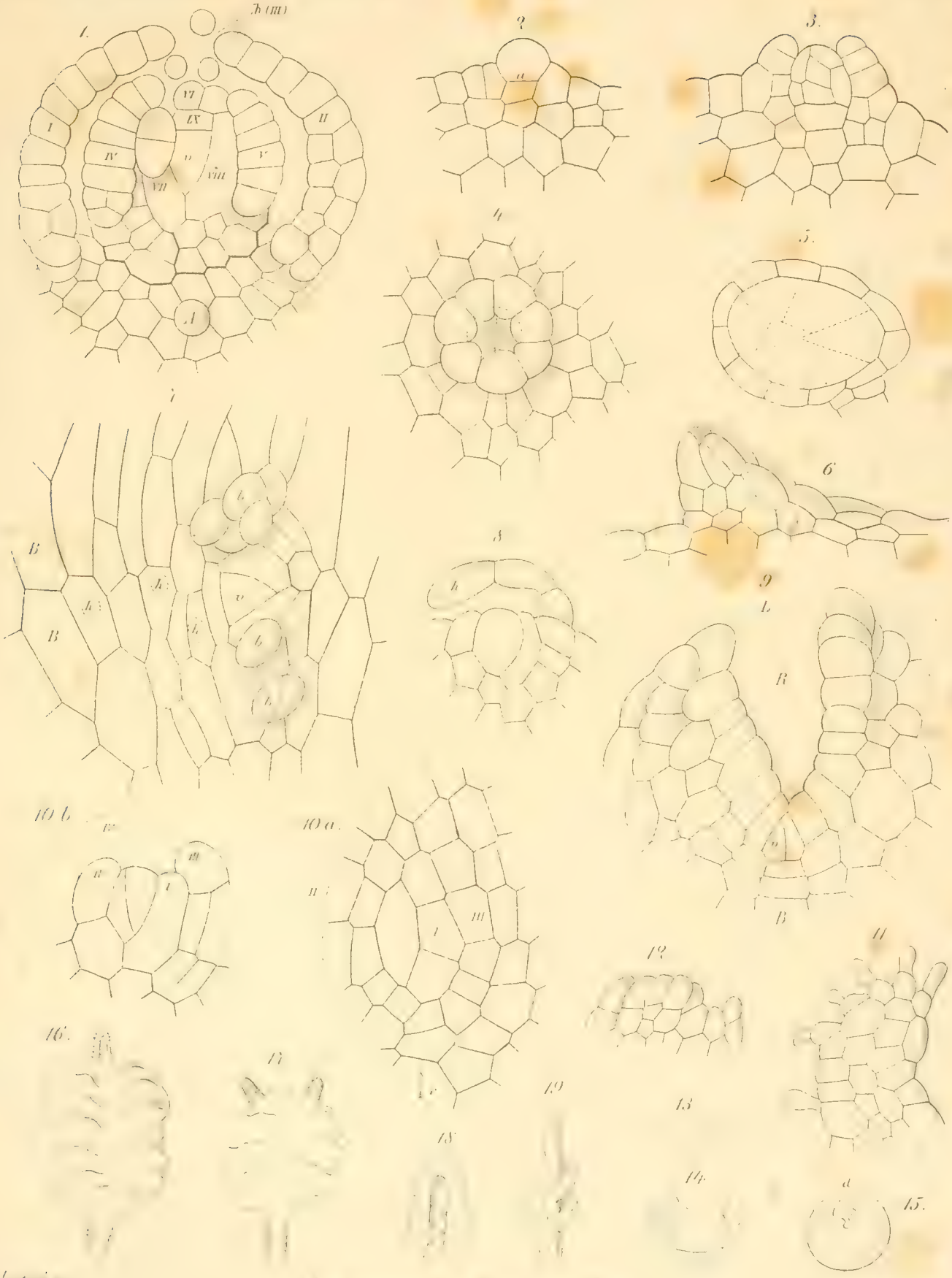

E
14


13

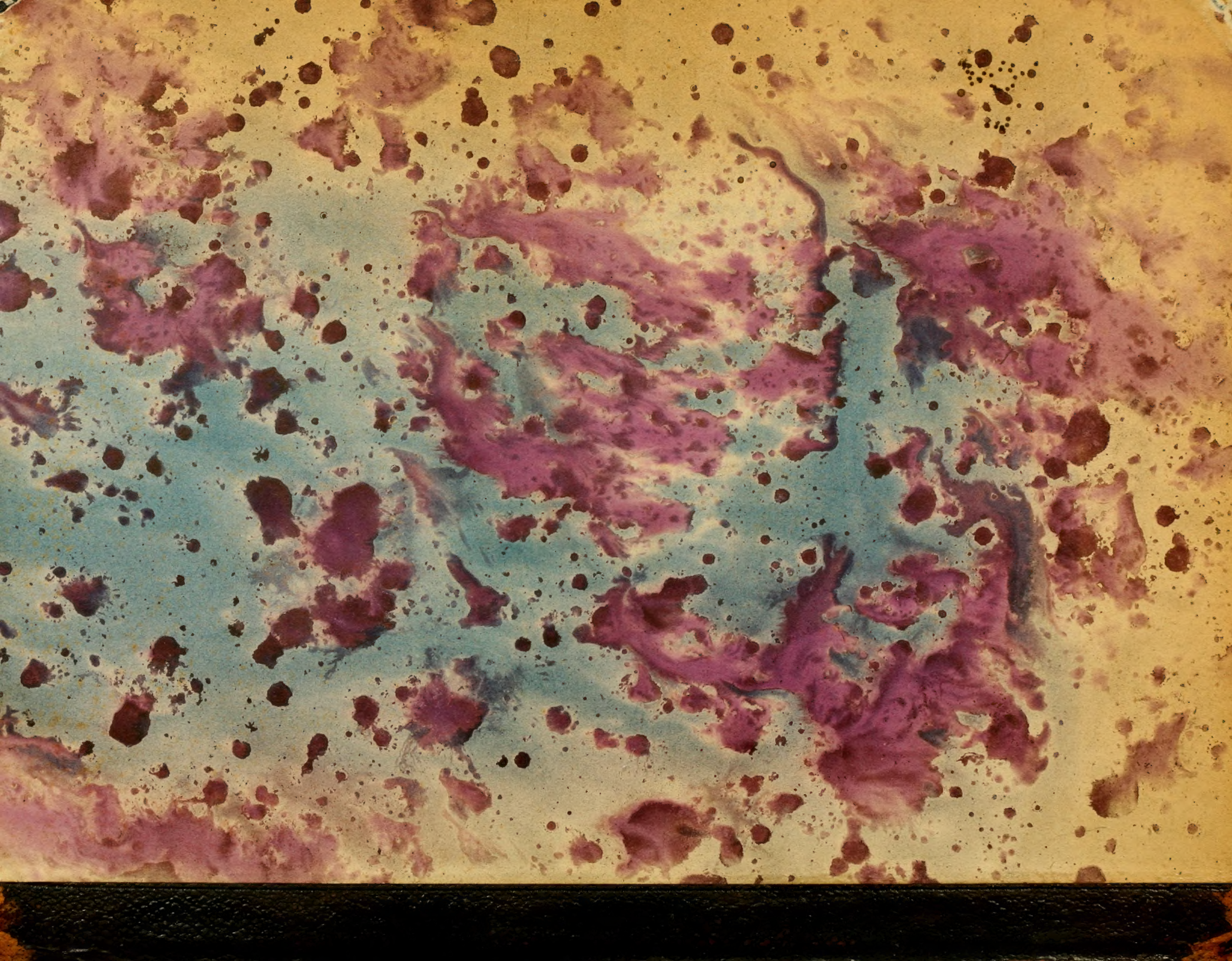
Umbraculum.

Leitgeb gez. Lith von Laue

Fossombronia.



Leitgeb. n.

Andronyphia, Petalophyllum.

Lith. von Laue